



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - UniCEUB
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

RENAN DOUGLAS SANTANA DORNELAS

SIMULADOR DE PRESENÇA NA RESIDÊNCIA

Brasília
2016

RENAN DOUGLAS SANTANA DORNELAS

SIMULADOR DE PRESENÇA NA RESIDÊNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do curso de Engenharia da Computação da FATECS – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – Centro Universitário de Brasília como requisito para obtenção do título de Engenheiro da Computação.

Orientador: Prof. MSc. Francisco Javier de Obadía Díaz

RENAN DOUGLAS SANTANA DORNELAS

SIMULADOR DE PRESENÇA NA RESIDÊNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca examinadora do
curso de Engenharia da Computação
da FATECS – Faculdade de Tecnologia
e Ciências Sociais Aplicadas – Centro
Universitário de Brasília como requisito
para obtenção do título de Engenheiro da
Computação.

Orientador: Prof. MSc. Francisco Javier
de Obadía Díaz

Prof. Abiezer Amarília Fernandes
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Francisco Javier de Obadía Díaz, MSc.
Orientador

Prof. Sidney Cerqueira Bispo dos Santos, Dr.
Instituição

Prof. Marco Antonio Araújo, MSc.
Instituição

Brasília
2016

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por todas as oportunidades e por toda a experiência que ganhei durante o curso de Engenharia. Agradeço também a Ele por ter me dado o privilégio de ter minha família que sempre me apoiou em minhas decisões ao longo do tempo, e sempre esteve ao meu lado quando precisei. Gostaria de agradecer também a minha companheira, que soube compreender os momentos de ausência, e que tanto contribuiu para o desenvolvimento do projeto. Gostaria também de agradecer aos meus colegas e amigos, que tanto fizeram a diferença nessa caminhada. Especialmente ao meu amigo Johannes, Ein herzliches Dankeschön für die tolle Unterstützung, e ao meu amigo André que dedicou parte do seu tempo para me ajudar no desenvolvimento. Aos professores que com seus ensinamentos me levaram até esse momento, em especial ao meu orientador MSc Javier de Obaldía por toda a dedicação, paciência e apoio que me deu.

EPÍGRAFE

“Conta-se que certa vez um homem muito maldoso resolveu pregar uma peça em um mestre, famoso por sua sabedoria. Preparou uma armadilha infalível, como somente os maus podem conceber. Tomou um pássaro e o segurou entre as mãos, imaginando que iria até o idoso e experiente mestre, formulando-lhe a seguinte pergunta: “Mestre, o passarinho que trago nas mãos está vivo ou morto?” Naturalmente, se o mestre respondesse que estava vivo, ele o esmagaria com as mãos, mostrando o pequeno cadáver. Se a resposta fosse que o pássaro estava morto, ele abriria as mãos, libertando-o e permitindo que voasse, ganhando as alturas. Qualquer que fosse a resposta, ele incorreria em erro aos olhos de todos que assistissem à cena. Assim pensou. Assim fez. Quando vários discípulos se encontravam ao redor do venerando senhor, ele se aproximou e formulou a pergunta fatal. O sábio olhou profundamente o homem nos olhos. Parecia desejar examinar o mais escondido de sua alma, depois respondeu, calmo e seguro: – O destino desse pássaro, meu filho, está em suas mãos.”

Alexandre Rangel

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	09
LISTA DE TABELAS	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT	14
1 – INTRODUÇÃO	15
1.1 – Apresentação do Problema	15
1.2 –Objetivos do Trabalho.....	15
1.2.1 –Objetivo Geral.....	15
1.2.2 –Objetivos Específicos	16
1.3 –Justificativa e Importância do Trabalho	16
1.4 – Escopo do Trabalho.....	17
1.5 – Resultados Esperados	18
1.6 – Estrutura do Trabalho	18
2 – REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGIA	20
2.1 – Domótica	20
2.2 – Sistema de Controle	21
2.2.1 – Sistema de Controle em Malha Aberta.....	22
2.2.2 – Sistema de Controle em Malha Fechada	23
2.2.3 – Sistema de Controle em Malha Aberta versus Sistema de Controle de Malha Fechada.....	24
2.2.4 – Variável Controlada	24
2.2.5 – Variável Manipulada	24
2.2.6 – Controle de Duas Posições	24
2.2.7 – Lógica Binária.....	25
2.3 – Dispositivos para Sistemas de Controle.....	26
2.4 – Álgebra Booleana	28
2.4.1 – Tabela Verdade.....	28
2.4.2 – Portas Lógicas.....	29
2.4.2.1 – Portas Lógica AND	29
2.4.2.2 – Portas Lógica OR	30

2.4.2.3 – Portas Lógica NOT	32
2.5 – Controlador Lógico Programável.....	33
2.6 – Descrição dos Componentes e Recursos Utilizados.....	33
2.6.1 – LOGO!	33
2.6.2 – LOGO! Soft Comfort	35
2.6.3 – Chave Seletora Três Posições	35
2.6.4 – Sensor de Presença PIR	37
2.6.5 – Buzzer	40
2.7 – Funções Especiais da Controladora.....	40
2.7.1 – On-Delay	40
2.7.2 – Off-Delay	41
2.7.3 – Gerador de Pulso Assíncrono.....	41
3 – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.....	43
3.1 – Visão Geral do Projeto	43
3.2 – Descrição das Etapas do Sistema.....	45
3.2.1– Levantamento dos Recursos Utilizados	45
3.2.2– Montagem dos Dispositivos.....	45
3.2.3– Desenvolvimento do Programa	46
3.2.4– Testes com o Sistema Completo	46
3.3 – Conexão com a Controladora LOGO!	46
3.4 – Conexão entre a Chave Seletora e a Controladora	48
3.5 – Conexão entre a Controladora e os Sensores de Presença	49
3.6 – Conexões de Saída	51
3.7 – Desenvolvimento do Programa	53
3.7.1 – Controle do Calendário e Horário.....	55
3.7.2 – Controle dos Sensores do Sistema	56
4 – RESULTADOS E TESTES	60
4.1 – Ambientes de Testes	60
4.2 – Testes Físicos.....	64
4.2.1 – Teste do Sistema com a Chave Seletora	65
4.2.2 – Teste do Sensor de Presença Controlando a Iluminação	68
4.2.3 – Teste com o Segundo Sensor de Presença	70
4.2.4 – Teste com o Terceiro Sensor de Presença	72
4.2.5 – Teste com o Sistema Totalmente Configurado	75

4.3 – Características Técnicas do Projeto.....	75
4.4 – Resultados.....	76
4.5 – Custos do Protótipo	76
5 –CONCLUSÕES	78
5.1 – Conclusões.....	78
5.2 – Sugestões para Trabalhos Futuros	78
REFERÊNCIAS	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Internet of Things.....	17
Figura 2.1 - Domótica	21
Figura 2.2 - Processo a Ser Controlado	22
Figura 2.3 - Sistema em Malha Aberta	22
Figura 2.4 - Sistema de Controle em Malha Fechada.....	23
Figura 2.5 - Diagrama de Blocos de Duas Posições	25
Figura 2.6 - Modicon 084	27
Figura 2.7 - Evolução dos Sistemas de Controle desde o final do Século XIX	27
Figura 2.8 - Porta Lógica AND	30
Figura 2.9 - Porta Lógica OR	31
Figura 2.10 - Porta Lógica NOT.....	32
Figura 2.11 - LOGO! 230 RCE	33
Figura 2.12 - Software LOGO! Soft Comfort	35
Figura 2.13 - Chave Seletora 3 Posições	36
Figura 2.14 - Switch ZBE-101	36
Figura 2.15 - Sensor PIR	37
Figura 2.16 - Área de detecção do sensor	38
Figura 2.17 - Área de Captação da Lente Focal	39
Figura 2.18 - Buzzer	40
Figura 2.19 - On-delay	41
Figura 2.20 - Off-delay	41
Figura 2.21 - Gerador de Pulso Assíncrono	42
Figura 3.1- Diagrama de Blocos das Conexões do Sistema.....	44
Figura 3.2 - Esquemático do Sistema Completo	44
Figura 3.3 - Etapas do Sistema	45
Figura 3.4 - Conexão da controladora com a rede elétrica	47
Figura 3.5 - Conexão da controladora com o computador	47
Figura 3.6 - Contato Normalmente Aberto	48
Figura 3.7 - Contato Normalmente Fechado	49
Figura 3.8 - Chave seletora conectada à controladora	49
Figura 3.9 - Conexão do sensor de presença à porta I2	50

Figura 3.10 - Conexão do sensor de presença à porta I3	50
Figura 3.11 - Conexão do sensor de presença à porta I4	51
Figura 3.12 - Conexão da lâmpada na saída Q1	52
Figura 3.13- Conexão da lâmpada na saída Q2	52
Figura 3.14 - Conexão do dispositivo elétrico na saída Q3.....	53
Figura 3.15 - Conexão do buzzer na saída Q4	53
Figura 3.16 - Programa Final	55
Figura 3.17 - Calendário e horário.....	56
Figura 3.18 - Chave Seletora	57
Figura 3.19 - Controle de Saída Q1	57
Figura 3.20 - Controle de Iluminação por meio do sensor I2	58
Figura 3.21 - Controle do dispositivo elétrico por meio do sensor I3	58
Figura 3.22 - Controle do alarme sonoro por meio do sensor I4.....	59
Figura 4.1 - Simulação virtual do projeto	61
Figura 4.2 - Gráfico do estado da variável I1	62
Figura 4.3- Gráfico do estado da variável I2	62
Figura 4.4 - Gráfico do estado da variável I3	63
Figura 4.5 - Gráfico do estado da variável I4	64
Figura 4.6 - Gráfico do estado da variável Q4.....	64
Figura 4.7 - Chave seletora desligada.....	65
Figura 4.8- Chave seletora ligada	66
Figura 4.9 - Entrada I1 desligada	66
Figura 4.10 - Sistema de controle de saída Q1 desligado	67
Figura 4.11 - Entrada I1 ligada	67
Figura 4.12 - Sistema de controle de saída Q1 ligado	67
Figura 4.13 - Sensor de controle da iluminação desligado	68
Figura 4.14 - Acionamento da iluminação através do sensor	69
Figura 4.15 - Sistema de controle da saída Q2 desligada	69
Figura 4.16 - Sistema de controle de saída Q2 ligado	70
Figura 4.17 - Sensor de controle do dispositivo desligado.....	70
Figura 4.18 - Acionamento do dispositivo através do sensor	71
Figura 4.19 - Sistema de controle da saída Q3 desligada	71
Figura 4.20- Sistema de controle da saída Q3 ligada	72
Figura 4.21 - Sensor de controle do buzzer desligado.....	72

Figura 4.22 - Acionamento do buzzer através do sensor	70
Figura 4.23 - Entrada I4 desligada	70
Figura 4.24 - Entrada I4 ligada	71
Figura 4.25 - Sistema de Controle da saída Q4 desligada	71
Figura 4.26- Sistema de Controle da saída Q4 ligada	72
Figura 4.27 - Sistema Completo	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela verdade para três variáveis: A, B e C.....	29
Tabela 2 - Tabela Verdade AND	30
Tabela 3 - Tabela Verdade OR	31
Tabela 4 - Tabela Verdade NOT	32
Tabela 5 - Especificações técnicas dos componentes	76
Tabela 6 - Resultados Obtidos	76
Tabela 7 – Custo aproximado do projeto.....	77

RESUMO

A insegurança é algo comum na vida dos brasileiros, e muitos acaba sendo vítimas em todo lugar, inclusive em sua própria residência. Roubos a residência acabam acontecendo quando o proprietário encontra-se ausente. Como mecanismo de proteção, quando o residente vai ausentar-se por muito tempo, acaba adotando métodos falhos, e precários, como o acendimento de uma luz durante todo o tempo ausente. Com isso, basta apenas uma pequena vigilância para perceber que a residência encontra-se desocupada. Como solução, este projeto propõe a criação de um sistema de controle residencial que simule uma presença no interior da residência em casos de viagem ou ausência prolongada. Para isso será usado uma controladora lógica programável para controlar a iluminação externa da residência, podendo escolher o horário de acendimento e de desligamento da iluminação, e caso tenha algum tipo de invasão o sistema poderá acionar outros dispositivos no interior da residência, como lâmpadas, televisão e outros dispositivos de escolha, e também contará com um alarme sonoro.

Palavras-Chaves: Controladora Lógica Programável, CLP, Sensor de Presença, Alarme Residencial.

ABSTRACT

Insecurity is common in Brazilian's life, and many end up being victims everywhere, including in their own houses. House burgling just happens when the owner is absent. As a safeguard mechanism when the resident will be empty for a long period of time, they end up adopting flawed and precarious methods, like switching on a light all the time they were away. Just a small surveillance to realize that the residence is unoccupied. As a solution this project proposes the creation of a home control system that simulates presence inside the residence in travel cases or prolonged absence. For it will be used a programmable logic controller to control the external lighting of the residence, choosing when to turn on or turn off the lights, and if you have any type of intrusion the system can also trigger other devices within the home, such as lamps, TV and other selected devices, and will also feature a sound alarm.

Keywords: Programmable Logic Controller, PLC , Presence Sensor, Residential Alarm.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Apresentação do Problema

A insegurança é algo que faz parte do cotidiano dos brasileiros, que não se sentem seguros nem mesmo em nossas próprias casas. O furto em residências é algo que assombra a vida de muitos brasileiros, principalmente em momentos de lazer. Muitos ladrões aproveitam o período de festas de final de ano e férias para entrarem em residências. O aparente abandono das casas, atrai criminosos, que acreditam que terão maiores facilidades.

Como uma alternativa para solucionar estes infortúnios, as pessoas que residem em casas, muitas vezes, quando viajam, optam por deixar algumas luzes acesas no interior da residência, para disfarçar a ausência. Porém, isto nem sempre é eficaz, uma vez que basta uma vigilância de um dia, para descobrirem que não tem ninguém em casa; além de gerar um custo extra para os moradores.

O aumento da procura por maneiras de se proteger está cada vez mais comum e a demanda por produtos que atendam a essa necessidade está crescendo ano após ano.

Tendo em vista essa crescente demanda, esse projeto consiste no desenvolvimento de um protótipo de sistema com alarme residencial, no qual o usuário poderá simular movimento no interior da residência, tendo o controle da iluminação, de dispositivos eletrônicos, entre outros. A simulação será feita utilizando os seguintes dispositivos: uma Controladora Lógica Programável (CLP), Sensores de Presença e um Buzzer.

1.2 - Objetivos do Trabalho

1.2.1 - Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é desenvolver um protótipo de sistema com alarme residencial que simule a presença de pessoas na residência, e que seja capaz de executar operações programadas para que caso a residência seja invadida, o sistema consiga simular movimento no interior da casa, acendendo a iluminação interna, ligando

componentes eletrônicos e, caso seja necessário, o acionamento de um alarme sonoro.

1.2.2 - Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Construir o protótipo de sistema capaz de controlar a iluminação residencial, podendo escolher a hora para ligar e desligar a iluminação;
- Construir o protótipo de sistema com sensores de movimento que, em caso de acionamento, sejam capazes de por meio da controladora, ligar luzes espalhadas pela residência, aparelho eletrônico e ativar um alarme sonoro;
- Criação do alarme sonoro;
- Controlar e integrar os sensores através de uma Controladora Lógica Programável (CLP) LOGO!.
- Realizar a programação para o controle, possibilitando registro de eventos indicando a presença de intrusos e possíveis falhas do sistema.

1.3 - Justificativa e Importância do Trabalho

Apesar dos sistemas de segurança estarem cada vez mais comuns no mercado brasileiro, as empresas ainda investem em soluções limitadas, como por exemplo cercas elétricas e câmeras de segurança.

Por mais que esses recursos sejam importantes para a segurança residencial, a busca por alternativas fomenta o desenvolvimento de soluções que, além de proteger a residência, possam também agregar outros valores a residência, como uma automação.

A automação é um campo que, com a queda do preço dos componentes eletrônicos, vem ganhando popularidade no mundo atual. Com o avanço da chamada *Internet of Things* (Internet das Coisas), cujo propósito é conectar cada vez mais dispositivos à *Internet*, desde celulares, máquinas de lavar, lâmpadas, entre outros. Com este avanço, as casas tendem a ficar cada vez mais conectadas, e a automação pode ser o primeiro passo em relação ao futuro.

A figura 1.1 mostra como pode ser aplicado o conceito de *Internet of Things*, no qual os diversos dispositivos estão conectados a internet, interagindo entre si, para

simplificar a vida cotidiana.



Figura 1.1 - Internet of Things.
Fonte: IoT News Network, 2016.

É um projeto, como o aqui proposto, presta-se à automação residencial, que no caso, havendo a necessidade de se conectar à rede externa (*Internet*) e para ter monitoramento remoto, seria uma questão de conectar a controladora via interface de rede a um roteador com acesso à *Internet*. O foco deste trabalho é criar uma solução de automação no ambiente interno e externo no âmbito de residência.

1.4 - Escopo do Trabalho

O escopo deste projeto consiste na construção de um protótipo de sistema de alarme residencial, no qual o usuário poderá controlar a iluminação, por meio de uma CLP, escolhendo quais luzes serão acesas e em qual intervalo de tempo, e com sensores capazes de identificar movimento interagindo com toda a solução de forma a simular um movimento na residência. O projeto fará o uso de sensores de presença PIR (*Passive Infra-Red*) bivolt para a comunicação com a CLP. O sistema contará também com um alarme sonoro, que de acordo com a programação definida, irá disparar sinalizando uma invasão.

Uma CLP será responsável pelo controle da iluminação e integração dos sensores com a iluminação e da ativação do alarme sonoro.

Os sensores serão colocados em locais estratégicos, como o jardim da

residência, portas e janelas, e no interior. Quando o sensor externo identificar algum movimento, a CLP acenderá a iluminação interna da casa, também definida previamente, mostrando assim o primeiro sinal de presença interna. Já os sensores nas portas e janelas servirão para ligar um aparelho elétrico, como por exemplo uma televisão, e caso venha a ser acionado o terceiro sensor, que estará no interior da casa, um alarme sonoro irá ser acionado, e as luzes piscarão.

1.5 - Resultados Esperados

Como resultado desse projeto, espera-se desenvolver um sistema capaz de oferecer ao usuário uma maior segurança em relação à residência em sua ausência, simulando a presença, através do controle da iluminação, dispositivos eletrônicos e alarme sonoro em caso de invasão.

Com relação ao desempenho, o que se espera é um dispositivo capaz de controlar a iluminação residencial, com a programação previamente definida pelo usuário e monitoramento através de sensores espalhados em pontos estratégicos da residência para, que, caso haja uma invasão o sistema consiga simular uma presença interna, através do acendimento de luzes no interior da residência, e caso haja uma intrusão o sistema acione um alarme sonoro.

O sistema poderá ser implementado em diferentes partes da casa, bem como também ter uma maior flexibilidade em relação às suas funcionalidades, podendo controlar outros componentes da residência, como controlar a irrigação do jardim, persianas, controle de portão elétrico, entre outros.

O sistema também será projetado para que, caso o usuário deseje, possa de maneira rápida e simplificada alterar a programação e determinar quais componentes controlar, tendo assim, uma maior liberdade em relação ao uso da controladora.

1.6 - Estrutura do Trabalho

O trabalho está organizado em cinco capítulos, da seguinte forma:

O Capítulo 1 consiste na introdução com os objetivos gerais e específicos, o escopo do trabalho e os resultados esperados.

O Capítulo 2 consiste nos fundamentos técnicos e teóricos para o entendimento do projeto.

O Capítulo 3 consiste na parte prática do projeto, o esquemático gráfico, e a implementação.

O Capítulo 4 apresenta a análise dos testes realizados durante a implementação do projeto, detalhando todos os passos para o funcionamento.

O Capítulo 5 tem como objetivo apresentar as conclusões obtidas através da implementação do sistema proposto.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados, brevemente, fundamentos de controle e automação que propiciem o entendimento da solução de automação residencial aqui proposta, com o uso da CLP. Serão apresentados os fundamentos para o funcionamento da CLP, bem como sua aplicação. E por meio desse referencial técnico, serão apresentados os aspectos técnicos e teóricos, não deixando de abordar os materiais utilizados e também a lógica por trás do programa que será usado no desenvolvimento do projeto.

2.1 - Domótica

Domótica é um termo formado através da junção do termo “*domus*” (originado do latim e que significa casa) com robótica que define um sistema de automação e controle para aplicações em residências. O sistema é composto por uma interconexão de dispositivos, com o objetivo de analisar o ambiente residencial e obter informações para que, por meio de determinados dispositivos, possa supervisionar e com determinadas ações, gerenciar a residência, (Messias ,2007).

Um dos objetivos de um sistema domótico é ajudar no desenvolvimento de funções simples e rotineiras, e em alguns casos substituir a intervenção humana, proporcionando um maior conforto para os residentes.

Por definição a domótica se divide em 4 grandes áreas: serviços e lazer, segurança, comunicação e gestão energética. Para o projeto específico a aplicação da domótica será conforme a seguir:

- Automação: Por meio de programação, o objetivo da automação é simplificar tarefas cotidianas, através de um sistema automático, permitindo assim a redução do tempo na realização de inúmeras atividades, e desta forma contribuindo na qualidade de vida das pessoas.

- Iluminação: Por meio de dispositivos apropriados, a iluminação controla e gerencia a eletricidade na residência, permitindo gerir os gastos e controlando a intensidade da luz a medida que o dia vai acabando. É possível controlar também os ambientes em que a iluminação será ativada, desligando luzes em um ambiente

que se encontre vazio. E em caso de ausência prolongada na residência, por meio de programação, pode-se criar uma aparência de que a residência está habitada, fazendo com que as luzes se acendam em determinadas horas e ambientes.

- **Segurança:** Através de sistemas auxiliados por sensores é possível criar um sistema para detectar invasões, e por meio de atuadores criar mecanismos que simulem presença no interior da residência, e que em caso da intrusão persistir, seja capaz de alertar a invasão de pessoas indesejadas na residência.

A figura 2.1 exemplifica o conceito de domótica, representando a integração de vários dispositivos, como por exemplo, no controle da temperatura, monitoramento da residência por meio de câmeras de segurança, controle de incêndio entre outros.



Figura 2.1 - Domótica.
Fonte: Projeto de Redes, 2016.

A automação residencial neste projeto é um conceito utilizado para o controle da iluminação e segurança residencial, de modo automatizado. Atualmente, vem sendo cada vez mais visado, tanto na construção, como adequação de residências, com o objetivo de oferecer conforto, comodidade e segurança.

2.2 - Sistema de Controle

Um sistema de controle é definido como uma interconexão de componentes, na

qual uma configuração de sistema é formada, proporcionando uma resposta esperada do sistema. A base para a análise do sistema, pressupõe em uma relação, entre os componentes, de causa e efeito, Dorf (2011), sendo assim, um componente a ser controlado pode assumir uma representação por blocos exemplificado na figura 2.2.

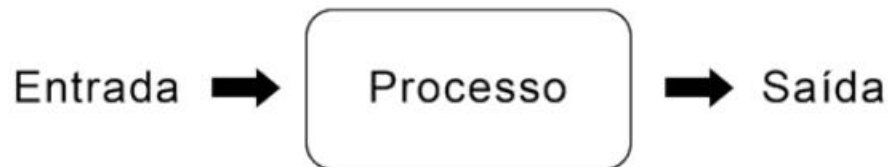


Figura 2.2 - Processo a ser controlado.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Essa relação efeito e causa é exemplificado na relação entrada-saída, utilizando o processo no meio para captar o sinal de entrada e transformar na saída desejada.

Um sistema é definido como uma combinação de componentes, agindo em conjunto, para que um determinado objetivo seja atingido, (Ogata ,2011).

2.2.1 - Sistema de Controle em Malha Aberta

Um sistema de controle de em malha aberta controla o processo por meio dos dispositivos de atuação diretamente, não usando realimentação. (Dorf ,2011).

Ogata (2011) por sua vez, define sistema de controle em malha aberta como um sistema no qual o sinal de saída não exerce nenhuma ação de controle no sistema. Em um sistema de malha aberta, não existe uma comparação entre a saída e a entrada, sendo assim, a entrada determina uma condição fixa na operação. Dessa forma, o sistema depende de uma calibração para ter uma precisão.

A figura 2.3 representa o esquemático do projeto:



Figura 2.3 - Sistema em Malha Aberta.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

2.2.2 - Sistema de Controle em Malha Fechada

Os sistemas de controle por malha fechada, também conhecidos como sistema de controle com realimentação, são os sistemas no qual o sinal de erro atuante, que é o resultado entre o sinal de entrada e o de realimentação, realimenta o controlador, desta forma, um sistema de malha fechada tem como objetivo diminuir quaisquer erros obtidos e realizar corretamente o sinal de saída no valor desejado, (Ogata, 2011).

A figura 2.4 exemplifica um sistema de controle em malha fechada, onde ocorre a realimentação do sistema em caso de erro.

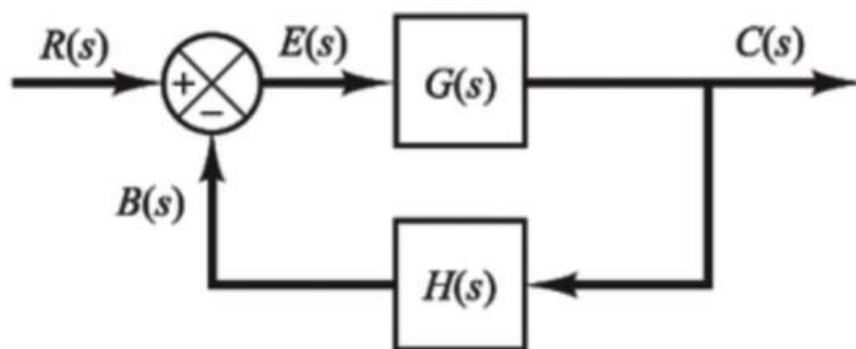


Figura 2.4 - Sistema de Controle em Malha Fechada.
Fonte: Ogata, 2011.

A relação entre o sinal de erro $E(s)$ e o sinal de realimentação $B(s)$, chamada de função de transferência de malha aberta é representada pela equação 1.1:

$$\frac{B(s)}{E(s)} = G(s)H(s) \quad (\text{eq. 1.1})$$

A função de transferência do ramo direto, que é a relação entre o sinal de saída $C(s)$ e o erro $E(s)$ é representado pela equação 1.2:

$$\frac{C(s)}{E(s)} = G(s) \quad (\text{eq. 1.2})$$

Se a função de realimentação $H(s)$ for unitária, então as funções de transferência de ramo direto e de malha aberta serão iguais.

A função de transferência de malha fechada se dá pela equação 1.3:

$$C(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} R(s) \quad (\text{eq. 1.3})$$

2.2.3 - Sistema de Controle de Malha Aberta versus Sistema de Controle de Malha Fechada

Os sistemas de controle de malha fechada tem como vantagem o fato de usarem a realimentação para tornar a saída insensível a distúrbios externos, já os sistemas de controle em malha aberta, por serem mais facilmente construídos, são considerados mais estáveis que os de controle em malha fechada, uma vez que estes sistemas tendem a corrigir erros além dos que são necessários, causando oscilação e instabilidade no sistema.

Nos sistemas em que as entradas são conhecidas e que são isentas de distúrbios ou oscilações o uso de sistema de controle em malha aberta é mais adequado, (Ogata, 2011).

2.2.4 - Variável Controlada

A variável controlada de um processo indica com exatidão a configuração ou o estado pretendido do produto, isto é, é a grandeza ou a condição que é medida e controlada, sendo frequentemente caracterizada como a saída do sistema. No presente projeto é possível identificar a variável controlada por meio dos atuadores (lâmpadas, dispositivo elétrico, e o buzzer), que responderão ao comando da controladora.

2.2.5 - Variável Manipulada

Atuando no sentido de manter a variável controlada dentro do valor desejado, a variável manipulada é aquela em que o operador manipula a saída do sistema; isto é, pode ser caracterizada em um sistema como qualquer variável do processo que causa uma variação rápida na variável controlada e que é fácil de manipular. No projeto observa-se como variável manipulada o sinal de entrada do sistema.

2.2.6 - Controle de Duas Posições

Em um sistema de controle de duas posições o elemento atuante pode assumir somente duas posições, *On* ou *Off*. Por ser simples e economicamente barato, é o sistema mais usado em pequenos projetos de controle residenciais e industriais.

Considerando a saída do controlador como $u(t)$ e o sinal de erro atuante como $e(t)$, em um controle de duas posições, o sinal de saída assume um valor máximo, ou um valor mínimo, de acordo com o erro resultante. A saída assume um valor máximo quando o erro é um valor positivo, e quando negativo a saída assume o valor mínimo. Sendo assim a equação 1.4 abaixo representa o controle de duas posições.

$$\begin{aligned} u(t) &= U_1, \text{ para } e(t) > 0 \\ &= U_2, \text{ para } e(t) < 0 \end{aligned} \quad (\text{eq. 1.4})$$

U_1 e U_2 são constantes, e o valor mínimo de U_2 normalmente é 0. A figura 2.5 mostra o diagrama de bloco do controlador de duas posições.

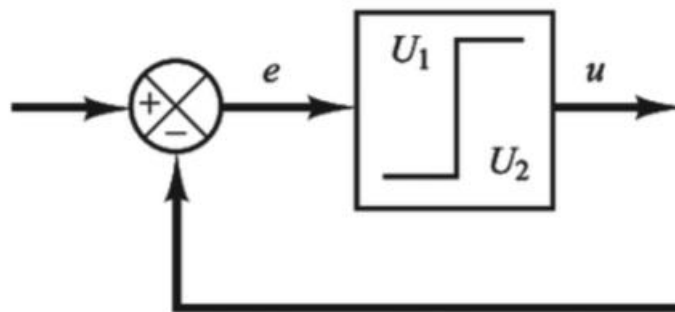


Figura 2.5 - Diagrama de blocos de duas posições
Fonte: Ogata, 2011.

Para este projeto, o uso do controle de duas posições é ideal para o desenvolvimento, uma vez que o mesmo utilizará portas lógicas em sua composição.

2.2.7 - Lógica Binária

A lógica binária, base da computação moderna, é um sistema de numeração no qual as informações são representadas por dois números, 0 ou 1. Em alguns casos essa representação é a alternância de corrente, onde a corrente passando é representada por 1. Quando não há corrente é representado por 0. Na computação um bit (0 ou 1) é o menor valor possível. Um agrupamento de oito bits, corresponde a um byte. A lógica binária é fundamental para a utilização da controladora, uma vez que a mesma utiliza dessa premissa, através das portas lógicas, para a elaboração dos projetos.

2.3 - Dispositivos para Sistemas de Controle

Segundo FRANCHI (2010), no final do século XIX, surgiram os primeiros sistemas de controle, durante a Revolução Industrial. Os dispositivos mecânicos eram os responsáveis por realizar as funções de controle, e automatizavam tarefas críticas e repetitivas das linhas de montagem. Os dispositivos não possuíam versatilidade, e eram produzidos com um único propósito, portanto a vida útil não era alta.

Na década de 1920 os dispositivos evoluíram e foram substituídos por relés e contadores. Com a lógica dos relés, sistemas de controle mais sofisticados e complexos foram capazes de serem construídos, fazendo com que os relés fossem fortemente empregados a um grande número de sistemas de controle, e com um baixo custo os relés se mostraram uma alternativa para a automação de pequenas máquinas.

A partir de uma demanda existente na indústria automobilística americana, surgiu o Controlador Lógico Programável (CLP). Foi na *Hydronic Division* da *General Motors* que as primeiras aplicações foram usadas, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controle dos painéis de comando, causando grande perda de dinheiro e tempo.

O engenheiro Richard Morley, conhecido como Dick Morley, foi, então, o responsável por recolher as necessidades dos usuários de circuitos a relés e desenvolver um dispositivo que atendesse a demanda não só da indústria automobilística, como também da indústria manufatureira. Alguns requisitos necessários para o dispositivo eram:

- Facilidade de programação e reprogramação;
- Confiabilidade;
- Redução do tamanho em relação aos sistemas tradicionais;
- Possibilidade de integração dos dados dos processos com um banco de dados gerencial;
- Entre outras.

No final da década de 1960 a *Bedford*, uma empresa americana, desenvolveu um dispositivo chamado MODICON (*Modular Digital Controller*), tornando-se mais tarde o nome de uma divisão da empresa destinada a realizar o projeto, produção e a venda deste componente, FRANCHI (2010).

A figura 2.6 mostra o MODICON 084, o primeiro Controlador Lógico Programável.

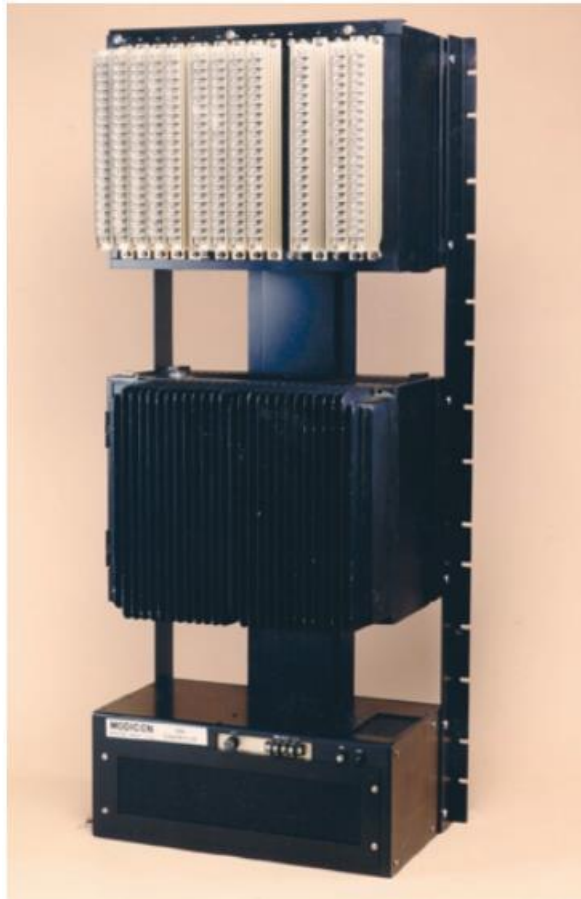


Figura 2.6 - MODICON 084
Fonte: Open Automation, 2016.

A figura 2.7 mostra a evolução dos sistemas de controle, e o marco a partir do final da década de 1960, onde se deu o surgimento das controladoras lógicas programáveis.

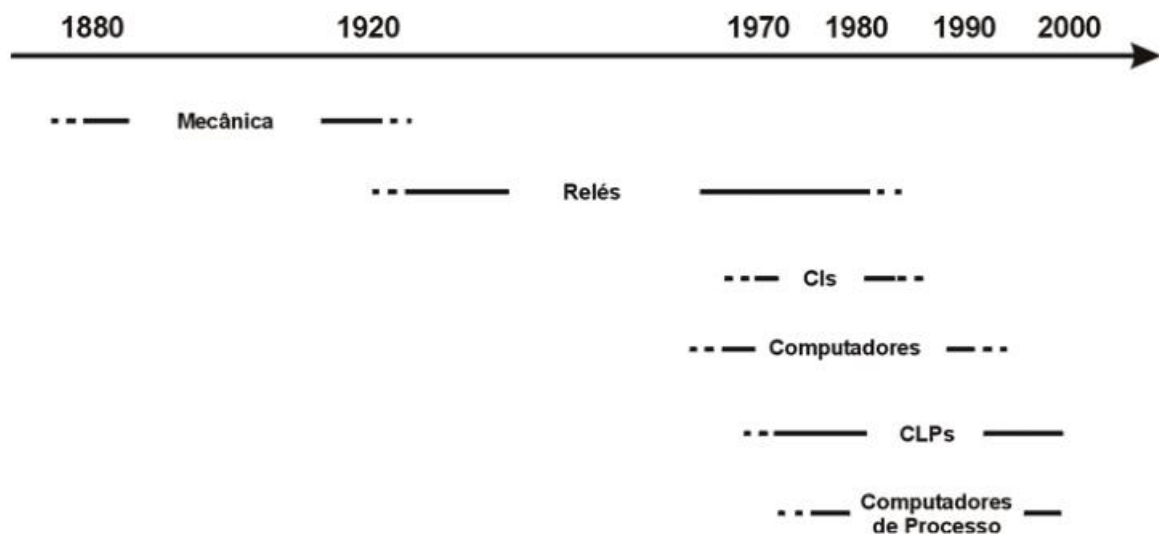


Figura 2.7 - Evolução dos Sistemas de Controle desde o final do Século XIX
Fonte: Amazonaws, 2016.

2.4 - Álgebra Booleana

Este projeto tem como propósito oferecer um dispositivo de segurança que facilite o controle residencial, por meio de uma programação de fácil linguagem para uma maior interação entre o usuário e o dispositivo proposto. Com o conhecimento da teoria da álgebra Booleana, o usuário compreenderá as portas lógicas que serão utilizadas para a construção do sistema, podendo também modificar e construir seu próprio sistema, para controlar outros componentes da residência, como por exemplo o sistema de irrigação. As portas lógicas serão abordadas posteriormente. Portanto, a álgebra Booleana é fundamental no desenvolvimento do projeto, uma vez que as portas lógicas são baseadas nesta álgebra, e será a base do controle do sistema através da controladora lógica. As portas lógicas são a base da programação por trás da CLP.

O matemático George Boole (1815 – 1864), apresentou em 1854 um sistema matemático de análise lógica, que ficou conhecido como álgebra de Boole. Entretanto, no início da eletrônica, os problemas eram resolvidos através de sistemas analógicos, ou conhecidos também como lineares.

Em 1938, devido a um problema com os circuitos de telefonia com relés, o engenheiro Claude Elwood Shannon utilizou álgebra de Boole como solução, introduzindo então o campo de eletrônica digital, (Idoeta, 2004).

A eletrônica digital utiliza pequenos grupos de circuitos conhecidos como portas lógicas. Através destas portas logicas podemos implementar todas as expressões criadas pelo matemático George Boole, ou álgebra Booleana.

Na álgebra booleana as informações são classificadas apenas em dois tipos: verdadeiras e falsas. Na eletrônica essas informações são convertidas para binários, ou seja, a lógica booleana assume os valores 1 e 0, (Lourenço, 2005).

2.4.1 - Tabela Verdade

As tabelas verdades exemplificam como as portas lógicas respondem ao impulso de entrada, registrando a saída característica de cada resultado. As funções lógicas podem apresentar-se algumas vezes de maneira extremamente complexa e de difícil análise, (Lourenço, 2005). A tabela verdade é um mapa para facilitar a compreensão dos resultados, onde se colocam todas as possíveis combinações e

seus respectivos resultados, para facilitar a análise e a representação das funções lógicas, (Idoeta, 2004).

A tabela 1 exemplifica uma tabela verdade utilizando a porta lógica AND com três variáveis, mostrando as combinações possíveis com as respectivas saídas.

Tabela 1 - Tabela verdade para três variáveis: A, B e C

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>S</i>
0	0	0	0
1	0	1	0
1	1	1	1
0	1	1	0

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

2.4.2 - Portas Lógicas

Os dispositivos básicos dos circuitos digitais são constituídos por portas lógicas. Uma porta lógica tem como objetivo a implementação de funções lógicas, que são operações da álgebra booleana combinadas com uma ou mais variáveis lógicas. Existem três funções básicas para a lógica booleana, são elas: AND, OR e NOT, as demais combinações são derivações destas três funções básicas, (Lourenço, 2005).

2.4.2.1 - Porta Lógica AND

A função AND é uma multiplicação de duas ou mais variáveis da álgebra booleana. A função assume o valor verdade, ou 1, se, e somente se, todas as variáveis envolvidas forem verdadeiras, ou seja, apresentarem também o valor 1. Ela é escrita na forma:

$$S = A.B \text{ (eq. 1.5)}$$

O símbolo (.) é utilizado para a representação da porta AND.

A figura 2.8 mostra a representação da porta lógica AND com duas entradas e uma saída.



Figura 2.8 - Porta Lógica AND.
Fonte: Lourenço, 2005.

A tabela 2 mostra a representação da tabela verdade da porta *AND* onde a única saída verdadeira possível é quando todas as entradas também são verdadeiras, neste caso a representação verdade é igual a 1.

Tabela 2 - Tabela Verdade AND

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Na controladora LOGO! Pode-se definir um conjunto de ações associadas e dependentes utilizando a porta lógica AND, forçando que a saída só receba o sinal se, e somente se, todos os eventos correlacionados forem acionados simultaneamente.

2.4.2.2 - Porta Lógica OR

A função lógica OR é aquela onde a saída assume o valor 1 quando pelo menos

uma das variáveis de entrada assumirem o valor 1, ou seja ela é verdadeira quando uma entrada é verdadeira. A função OR assume o valor 0 se, e somente se, todas as entradas também forem 0.

A função OR é escrita como:

$$S = A + B \text{ (eq. 1.6)}$$

O símbolo (+) representa então a operação OR.

A figura 2.9 mostra a porta OR com duas entradas e uma saída.

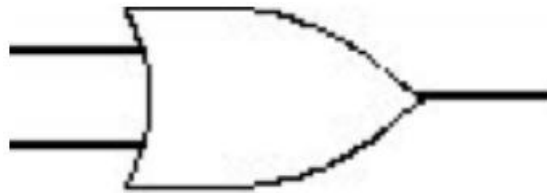


Figura 2.9 - Porta Lógica AND
Fonte: Lourenço, 2005.

A tabela 3 mostra a tabela verdade OR onde basta uma entrada ser verdadeira para que a saída também seja.

Tabela 3 - Tabela Verdade OR

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Na controladora LOGO! Pode-se definir um conjunto de ações complementares utilizando a porta lógica OR, bastando então apenas que um dos eventos seja acionado para que a saída também o seja.

2.4.2.3 - Porta Lógica NOT

A função NOT inverte o estado da entrada; ou seja, quando a variável estiver 0, a saída vai para 1, e quando estiver 1 a saída vai para 0. A função NOT é escrita como:

$$S = \bar{A} \text{ (eq 1.7)}$$

A figura 2.10 mostra a porta NOT.



Figura 2.10 - Porta Lógica NOT
Fonte: Lourenço, 2005.

A tabela 4 mostra a tabela verdade, onde a saída é a negação da entrada, ou seja, a saída representa um sinal oposto ao da entrada.

Tabela 4 - Tabela Verdade NOT

<i>A</i>	<i>B</i>
<i>1</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>1</i>

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Pode-se associar a porta NOT na controladora LOGO! quando se tem a necessidade de inverter o sinal obtido. Quando um sinal for ativo, a saída será inutilizada. As tabelas verdades mostram as possíveis combinações dos resultados binários das operações lógicas, essas tabelas são importantes pois facilitam na construção de um sistema, uma vez que são capazes de mostrar todas as combinações de saídas possíveis para sistemas pequenos. Com o auxílio das tabelas verdades, a realização das funções da controladora se tornam mais fáceis e perceptíveis.

2.5 - Controlador Lógico Programável

Os controladores lógico programáveis podem ser considerados como computadores projetados para o uso industrial. Comparado com os computadores atuais, os primeiros CLPs possuíam um número de instruções reduzidas, normalmente instruções lógicas e sem entradas analógicas, sendo possível somente a manipulação das aplicações de controle digital, FRANCHI (2010).

Os CLPs eram equipamentos caros e grandes e eram considerados competitivos somente quando a aplicação demandasse mais de 150 relés. Atualmente realidade é diferente, e podemos usar uma CLP para circuitos cada vez menores. Franchi assevera quanto ao conceito aplicado a CLP:

Um Controlador Lógico Programável é definido pela IEC (*International Electrotechincal Commission*) Como:

“Sistema eletrônico operando digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O Controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas.” (FRANCHI, 2010, p. 23, grifo do autor).

O controlador lógico pode ser visto então como um equipamento eletrônico com o intuito de processamento, com uma interface amigável, capaz de executar controles diversos e com diversas complexidades, FRANCHI (2010).

2.6 - Descrição dos Componentes e Recursos Utilizados

2.6.1 - LOGO!

Neste projeto, o principal componente é uma CLP da Siemens, LOGO!, que é um módulo lógico para a automação industrial de fácil programação.

A figura 2.11 mostra o modelo LOGO! 230RCE.



Figura 2.11 - LOGO! 230 RCE.
Fonte: Conrad, 2016.

A controladora LOGO! pode ter várias aplicações e por ser de fácil programação torna-se ideal para a automação de tarefas simples do cotidiano. O usuário pode controlar, desde a operações simples como o controle de iluminação quanto a operações mais complexas como o controle de motores e bombas graças ao uso de módulos de expansão.

Existem diversos modelos de LOGO!, neste projeto será usado o modelo 230 RCE, com as seguintes características:

- 8 entradas digitais;
- 4 relés como saídas digitais;
- Corrente de saída contínua de 10 A com carga resistiva e 3 A com carga indutiva;
- Memória máxima de programa de 400 blocos;
- Cabo de programação Ethernet;
- 115 – 230 V CA/CC de tensão de alimentação;
- Possui display integrado;
- Montagem em trilho de 35mm ou em parede.

2.6.2 - LOGO! Soft Comfort

O *software* da controladora LOGO!, o *Soft Comfort*, permite a criação e o controle dos programas de uma maneira fácil e eficiente, usando o formato arraste e solte. Uma particularidade do *software* é o uso da simulação *off-line*, que permite a verificação simultânea das múltiplas funções, LOGO! manual (2011).

O *software* possui as seguintes funções:

- Geração do *off-line* da programação da aplicação;
- Simulação do circuito no computador;
- Geração e impressão do circuito no computador;
- Salvar os programas em um HD (*Hard Disk*)
- Transferência do programa do computador para a LOGO! e vice versa. A figura 2.12 mostra a interface do *software Soft Comfort* na versão V8.0.0.

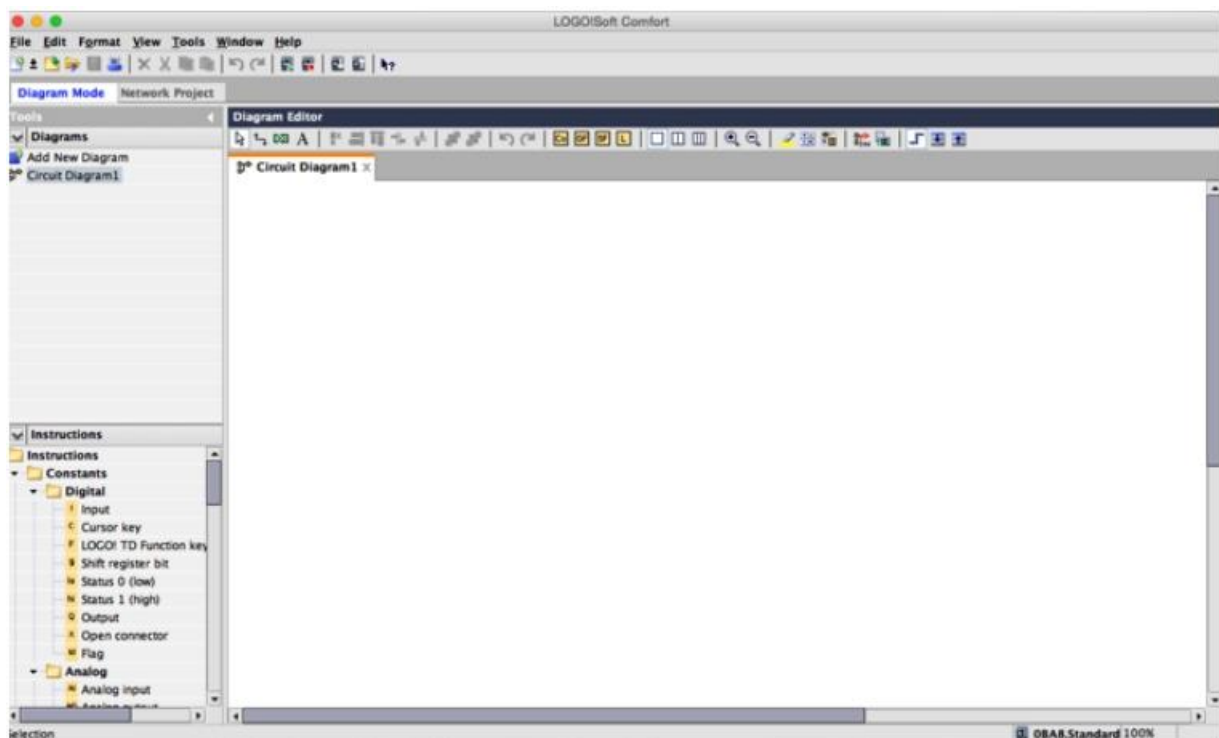


Figura 2.12 - Software LOGO! Soft Comfort.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

2.6.3 - Chave Seletora Três Posições

A chave seletora de três posições, também conhecida como botoeira, é a chave mais utilizada na indústria, possuindo dois tipos, a de impulso e a de trava. A botoeira

de impulso permanece ativada enquanto o botão é pressionado. Uma vez solto, ela é desativada. Por outro lado, a de trava permanece ativa mesmo depois que o botão é solto, necessitando que seja apertado uma segunda vez para que seja desativado, Franchi (2010).

Essas chaves possuem dois tipos de contato: normalmente aberto e normalmente fechado. No contato normalmente aberto o contato permanece aberto, em sua posição original, até que uma força externa seja aplicada. Já no contato normalmente fechado, a posição original é fechada, necessitando também de uma força externa para a mudança de estado.

Neste projeto será utilizado a chave de trava, e uma composição entre uma chave seletora, e um bloco de contato único zbe-101. O bloco de contato único permanece aberto até que a chave seja girada, acionando assim a saída do bloco.

A figura 2.13 mostra a chave seletora três posições.



Figura 2.13 - Chave Seletora 3 Posições.
Fonte: Schneider Electric, 2016.

A figura 2.14 mostra o contato único zbe-101 no qual o sinal de saída é ativado quando a chave seletora está ativa.



Figura 2.14 - Switch ZBE-101
Fonte: Schneider Electric, 2016.

2.6.4 - Sensor de Presença PIR

O sensor de presença PIR (*Passive Infra Red*) é desenhado para captar ondas de radiação. Ele é constituído de dois elementos que são configurados para que o sensor seja sensível a pequenas mudanças na temperatura do ambiente. O sensor tem dois elementos conectados entre si de uma maneira que o corpo passe horizontalmente ativando primeiro um elemento e depois o outro, evitando acionamentos por mudança de calor, ou de incidência de luz solar, uma vez que esses fenômenos ativariam simultaneamente os dois elementos.

A figura 2.15 mostra o sensor PIR.



Figura 2.15 - Sensor PIR
Fonte: Arduino By Myself, 2016.

A figura 2.16 mostra como o sensor detecta a radiação emitida por um corpo, onde com o movimento horizontal, o primeiro sensor é ativado seguido pelo segundo, mostrando, também, o sinal de saída.

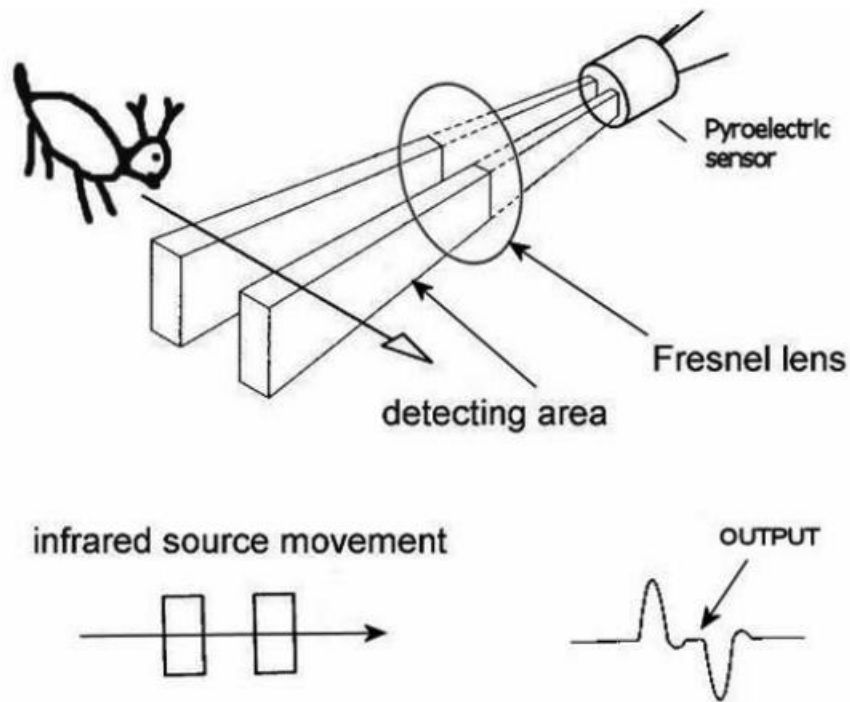


Figura 2.16 - Área de detecção do sensor.
Fonte: Glolab, 2016.

O sensor de presença também é composto por uma lente focal para aumentar a abrangência da captação de radiação, tornando uma área maior mais protegida.

A figura 2.17, a seguir, exemplifica a lente focal, bem como o raio de captação da mesma, em uma visão frontal e lateral.

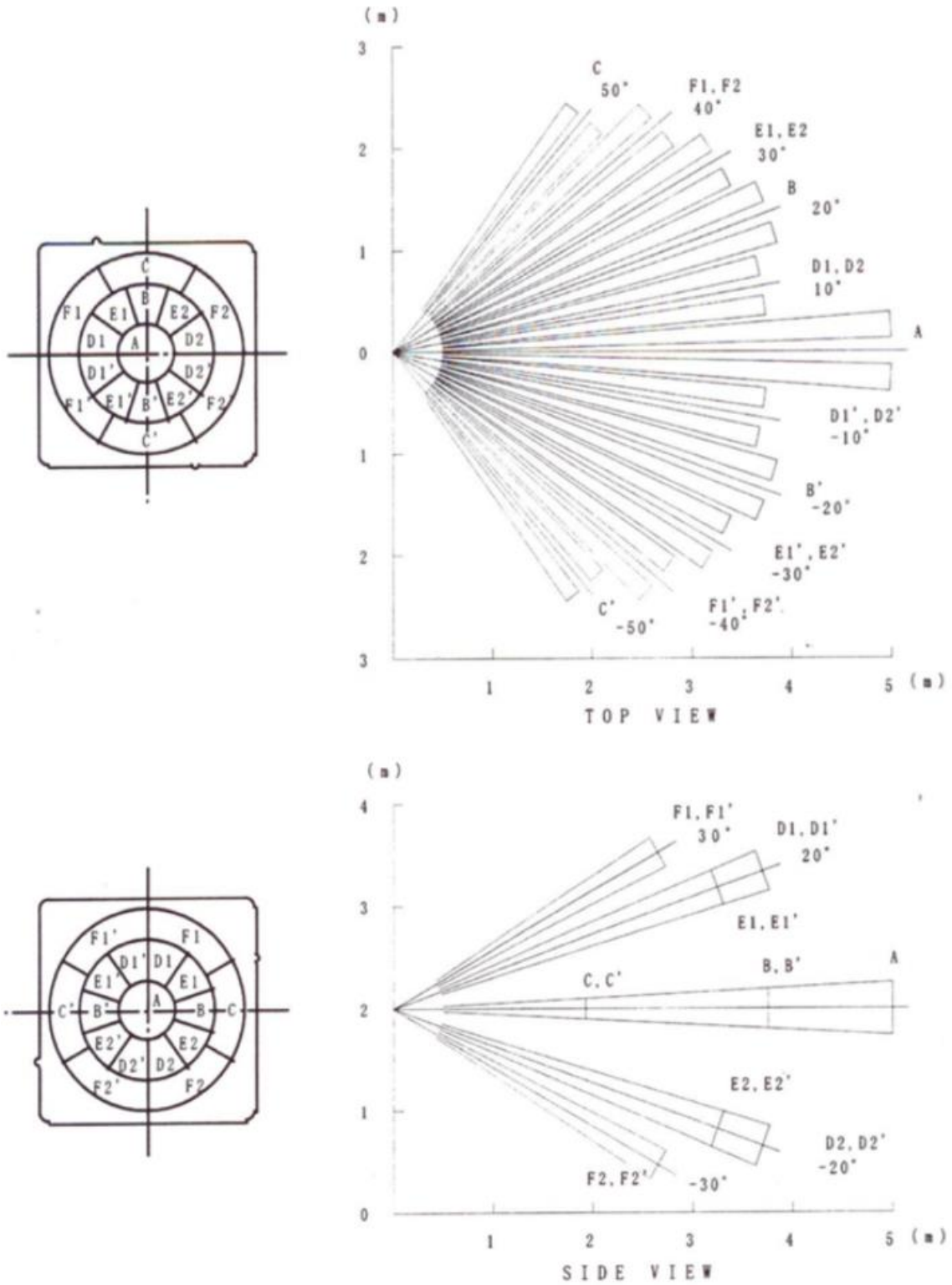


Figura 2.17 - Área de Captação da Lente Focal.
Fonte: Ladyada, 2016.

2.6.5 - Buzzer

O *buzzer* é um componente eletrônico capaz de emitir *beeps* sonoros, podendo produzir uma variedade de sons, na escala de 85dB, podendo suportar correntes de até 42mA, (GbK Robotics, 2016). O *buzzer* será usado como o alarme sonoro do projeto, caso o sensor de presença acione a controladora, a saída lógica definida pelo programa acionará o *buzzer*, ativando assim o efeito sonoro, acusando a invasão da residência.

A figura 2.18 mostra o *buzzer*.



Figura 2.18 - Buzzer.
Fonte: Gbk Robotics, 2016.

2.7 - Funções Especiais da Controladora

2.7.1 - On-delay

Esta função acrescenta um tempo de espera para o acionamento da saída, ou seja, o sinal de saída é acionado quando um tempo determinado na programação expira, (LOGO! Manual Siemens).

A figura 2.19 mostra a função *On-delay* na programação da controladora LOGO!, no qual o sinal é recebido pela porta Trg e a saída está representada por Q.

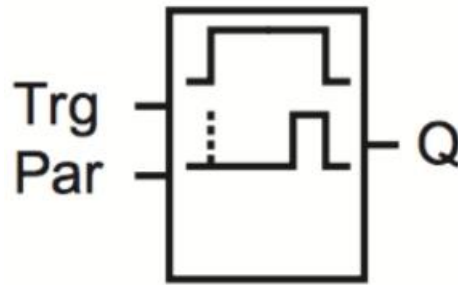


Figura 2.19 - On-delay
Fonte: LOGO! Manual.

2.7.2 - Off-delay

Quando o sinal de entrada deixa de ser capturado, a função *Off-delay* inicia a contagem de um tempo T, previamente programado. Quando o tempo é alcançado a saída é zerada, desativando-a (LOGO! Manual Siemens).

A figura 2.20 mostra a função *Off-delay* na programação da controladora LOGO!, no qual o sinal é recebido pela porta Trg e a saída esta representada por Q.

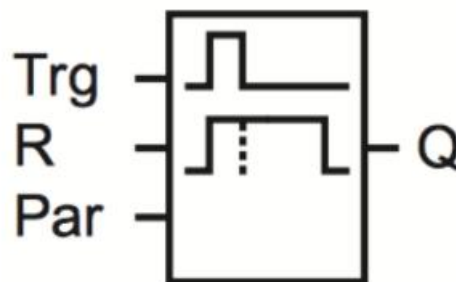


Figura 2.20 - Off-delay.
Fonte: LOGO! Manual.

2.7.3 - Gerador de Pulso Assíncrono

Esta função é capaz de alternar o sinal de saída, através da configuração de parâmetros, a saída é ligada e desligada de acordo com os parâmetros previamente definidos, (LOGO! Manual Siemens).

A figura 2.21 mostra a função gerador de pulso assíncrono, no qual a porta En é usada para controlar o pulso assíncrono e a saída está representada por Q.

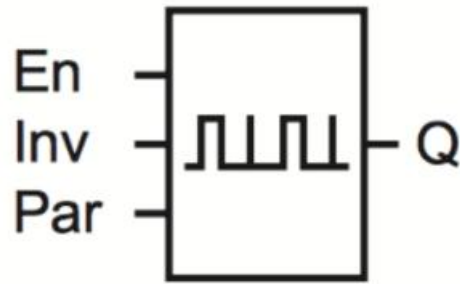


Figura 2.21 - Gerador de Pulso Assíncrono.
Fonte: LOGO! Manual.

Os conceitos e aspectos técnicos apresentados nesse capítulo serão fundamentais para o desenvolvimento do projeto, como será visto no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento do projeto, mostrando a apresentação esquemática do sistema, a descrição das etapas, a implementação do programa e a explicação das funções por trás da programação, e por fim o resultado final do projeto.

3.1 - Visão Geral do Projeto

O projeto proposto tem como objetivo criar um sistema capaz de simular uma presença no interior da residência, por meio de uma CLP, executando operações previamente definidas pelo usuário, para que em determinados horários a iluminação externa seja acionada e desativada.

Caso haja alguma invasão, sensores de presença no exterior da residência, posicionados em pontos estratégicos, enviarão um sinal para a CLP que com a captação deste sinal, acionará luzes, com um pequeno atraso, no interior da residência, passando a impressão de que o morador se encontra em casa.

Outros sensores de presença estarão distribuídos em toda a área externa do imóvel, sendo assim, se o invasor persistir em adentrar, o segundo sensor será ativado, enviando então o sinal para a CLP, com isso, o televisor será ligado, demonstrando outro sinal de presença do proprietário.

E por fim, se o invasor de fato adentrar no interior da residência, o terceiro sensor que estará localizado no interior da residência será acionado ativando assim, por meio da controladora, o alarme sonoro.

A figura 3.1 mostra o digrama de blocos que exemplifica a conexão entre a chave seletora e os sensores com a controladora, e a controladora com os atuadores na saída do sistema.

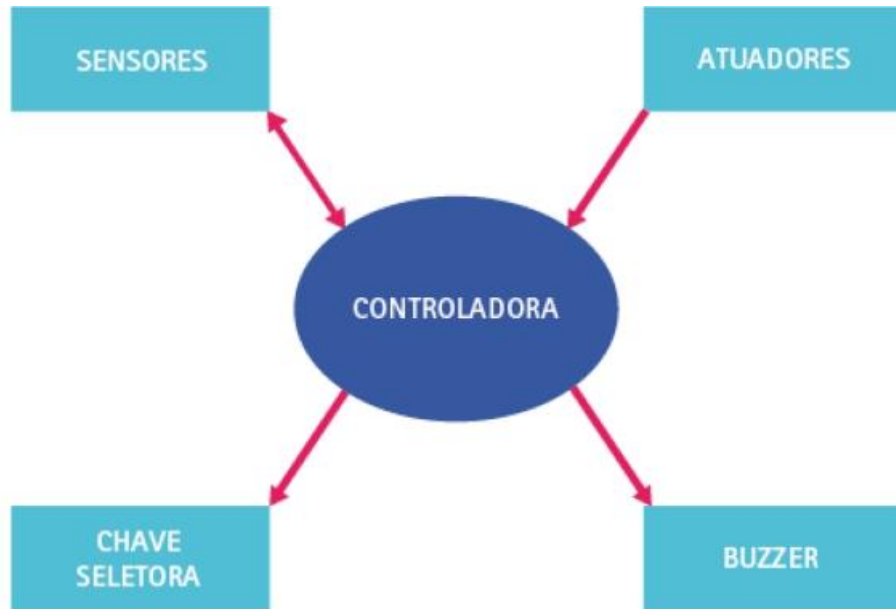


Figura 3.1 - Diagrama de Blocos das Conexões do Sistema.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 3.2 mostra o esquemático do resultado final do projeto, mostrando todas as conexões da entrada, o sensores, e as conexões de saída do sistema, que estão representados por lâmpadas, e o alarme sonoro.

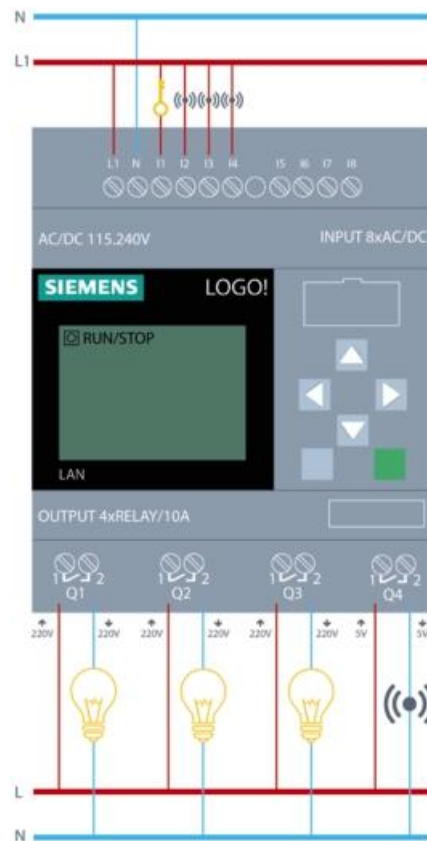


Figura 3.2 - Esquemático do Sistema Completo.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

3.2 - Descrição das Etapas do Sistema



Figura 3.3 - Etapas do Sistema
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

3.2.1 - Levantamento dos Recursos Utilizados

A primeira etapa do projeto visa o levantamento dos recursos que serão utilizados no projeto, cujo propósito é criar um sistema de segurança residencial para simular a presença no interior da residência; sendo assim, foi usado uma chave seletora para ativar o sistema em caso de ausência, foi também utilizado sensores para detectar presença indesejada na residência, com isso permitirá a controladora ser acionada e ativar os atuadores, que neste projeto serão representados por luzes no exterior e interior da residência e um dispositivo eletrônico.

3.2.2 - Montagem dos Dispositivos

A segunda etapa consiste na montagem dos dispositivos escolhidos para

o projeto (sensores e atuadores) com a controladora. Os sensores necessitam de três fios para fazer a conexão, fase (L) e neutro (N) e o terceiro para se conectar a controladora, enviando assim os sinais para o controle. Para a montagem da chave seletora necessita-se de dois fios, que serão conectados no sentido fase (L), chave seletora, e a controladora. Já os atuadores, serão conectados a controladora e ao neutro (N), e outro fio conectando a outra entrada do relé da controladora com o fase (L).

3.2.3 Desenvolvimento do programa

O sistema é programado através do *Software LOGO! Soft Comfort* no modelo arraste e solte, onde o usuário escolhe quais portas lógicas serão usadas, juntamente com outras funções especiais da controladora. Para este projeto, o sistema foi configurado para que, a partir de determinado horário do dia, luzes externas se acendam e apaguem para simular a presença na residência quando os moradores não se encontram, e com as portas lógicas, e através dos sensores de presença, caso haja alguma invasão na residência, a controladora acenda luzes no interior da residência, reforçando assim a simulação de presença. Outros sensores serão responsáveis também para acionar dispositivos elétricos e acionar um alarme sonoro. A programação será explicada com mais detalhes mais adiante.

3.2.4 Testes com o sistema completo

Nesta etapa, serão realizados testes com todo o sistema já configurado, com todos os componentes conectados à controladora e com a programação definida.

3.3 Conexão com a controladora LOGO!

O primeiro passo para a configuração do sistema é a conexão da controladora com o sistema elétrico. Para ligar a *LOGO!* com a fonte de energia, de acordo com a norma NBR 5410, para os cabos de força, são necessários fios de 2,5 mm para a ligação fase-neutro. A figura 3.4 mostra os fios conectados às portas L e N da controladora, onde L representa a fase do circuito e o N representa o neutro.



Figura 3.4 - Conexão da controladora com a rede elétrica
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A conexão com o computador é necessária para que o programa seja atualizado e enviado do computador para a controladora. Essa conexão é através do cabo *ethernet* conectado à uma porta RJ45. Caso o usuário não queira se conectar ao computador, o programa pode ser transferido para um cartão de memória e depois transferido para a controladora.

A figura 3.5 mostra a conexão da controladora com o computador.



Figura 3.5 - Conexão da controladora com o computador.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Após a configuração da controladora e com o programa necessário já enviado,

deve-se configurar as entradas e as saídas de acordo com o programa utilizado, neste projeto serão usadas quatro entradas e quatro saídas. Três sensores serão usados na entrada do sistema juntamente com a chave seletora, e quatro atuadores, duas lâmpadas elétricas um dispositivo elétrico, e o alarme sonoro.

3.4 - Conexão entre a Chave Seletora e a Controladora

A chave seletora é a que ativa e desliga o programa. Caso o usuário necessite ausentar-se da residência, o mesmo poderá girar a chave seletora para a posição ligado, e com isso o sistema estará ativo. A chave possui três posições, duas normalmente fechadas, que na lógica binária significam 1, ou seja, a corrente estará passando, e uma normalmente aberta, 0 na lógica binária, que significa que a corrente não passará. Esses contatos são importantes pois de acordo com a programação, determinam se a entrada receberá o sinal ou não. No projeto utilizaremos somente duas posições, uma normalmente fechada e a normalmente aberta. Esta posição é definida através de uma ligação entre a fase L, o bloco de contato único zbe-101 e a entrada da controladora, que é definida por Input 1 ou na forma abreviada I1.

As figuras 3.6 e 3.7 mostram respectivamente as posições normalmente aberta e normalmente fechado da chave seletora com o contato único zbe-101.



Figura 3.6 - Contato normalmente aberto.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.



Figura 3.7 - Contato normalmente fechado.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 3.8 mostra a chave seletora conectada a entrada I1 da controladora.



Figura 3.8 - Chave seletora conectada a controladora
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

3.5 - Conexão entre a Controladora e os Sensores de Presença

Os sensores de presença são fundamentais para o sistema, pois é através deles que serão acionados todos os dispositivos nas saídas da controladora. Ao

detectar algum tipo de movimento, os sensores ativam as respectivas entradas da controladora, com isso o programa interno detecta os sinais e caso a chave também esteja ativada, os atuadores na saída são também ativados. Os sensores serão conectados nas portas I2, I3 e I4 respectivamente. Os sensores são compostos de três fios, os quais serão ligados à fase e neutro, e o terceiro será ligado à controladora, nas respectivas portas.

A figura 3.9 mostra o sensor conectado à controladora através da porta I2.



Figura 3.9 - Conexão do sensor de presença à porta I2.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 3.10 mostra o sensor conectado à controladora através da porta I3.



Figura 3.10 - Conexão do sensor de presença à porta I3.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 3.11 mostra o sensor conectado à controladora através da porta I4.



Figura 3.11 - Conexão do sensor de presença à porta I4.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

3.6 - Conexões de Saída

As conexões de saída são conectadas aos relés da controladora, os atuadores, que no projeto serão representados por lâmpadas elétricas, um dispositivo elétrico e um alarme sonoro, são conectados à controladora e ao neutro, e a fase é conectada a outra entrada do relé, assim, quando os atuadores devem ser ativados, o contato do relé é fechado, fazendo com que a corrente circule através dos atuadores, de acordo com a programação definida. A conexão é feita através da ligação entre as lâmpadas ao neutro (N) e a fase (L) ligada a outra porta do relé.

A figura 3.12 mostra a primeira lâmpada conectada, onde a fase (L) será conectado a entrada 1 o neutro (N) será conectado a entrada 2 da porta Q1.



Figura 3.12 - Conexão da lâmpada na saída Q1
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 3.13 mostra a segunda lâmpada conectada, onde a fase (L) será conectado a entrada 1 o neutro (N) será conectado a entrada 2 da porta Q2.



Figura 3.13 - Conexão da lâmpada na saída Q2
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 3.14 mostra o dispositivo elétrico conectado, onde a fase (L) será conectado a entrada 1 o neutro (N) será conectado a entrada 2 da porta Q3. Para uma melhor visualização, o dispositivo elétrico está representado por uma lâmpada.



Figura 3.14 - Conexão do dispositivo elétrico na saída Q3.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 3.15 mostra o *buzzer* conectado à controladora, onde a fase (L) será conectado a entrada 1 o neutro (N) será conectado a entrada 2 da porta Q4.

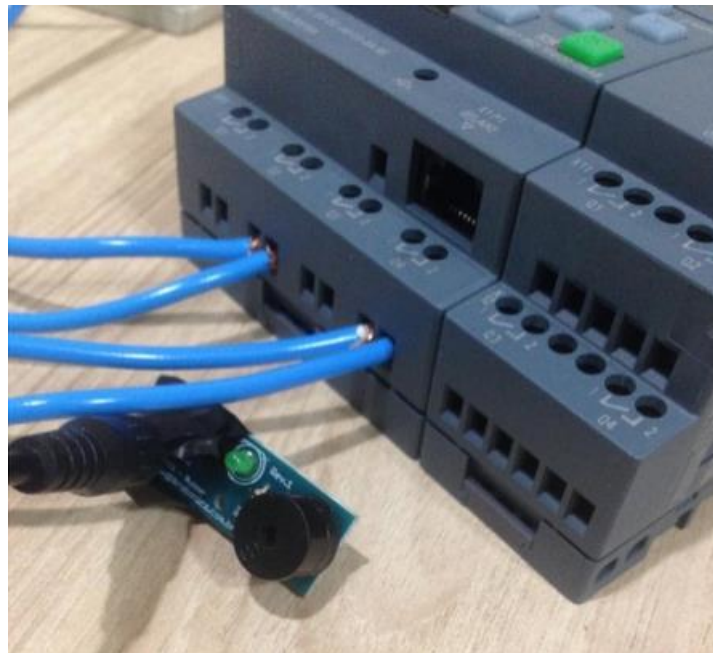


Figura 3.15 - Conexão do buzzer na saída Q4.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

3.7 - Desenvolvimento do Programa

O programa é desenvolvido com uso de portas lógicas e de algumas funções

especiais para captar os sinais dos sensores, e com isso ativar os atuadores na saída do sistema. Essa estrutura surge do resultado da programação realizada em uma plataforma de alto nível, o *Software SoftComfort*, que permite a criação de blocos com portas lógicas, gerando os comandos que serão armazenados na controladora. Assim, por exemplo, no bloco de controle de iluminação, conectado a saída Q2 do sistema, ao detectar uma presença ou movimento, o sensor muda seu estado de 0 (quando não há presença) para 1. Imediatamente este valor é comparado com o do estado da chave seletora (0 desligada, e 1 ligada) e o controle do calendário/horário (0 quando não está na faixa da combinação do calendário com o horário pré-estabelecido e 1 na faixa da combinação monitorada). Ao realizar a operação lógica AND com essas três variáveis, resulta em valor 1, que portanto, aciona o controle da iluminação, fazendo que com isso, a iluminação interior seja ativada. Nota-se que neste processo, a variável de entrada é associada ao resultado da detecção do sensor, no caso 1, para a confirmação de movimento ou presença e 0 para a não confirmação. Esta passa a ser comparada com o valor armazenado, e se houver alteração, aciona o sistema, que no caso é o de iluminação. Tal operação repete-se para os demais casos, como o de controle do dispositivo elétrico e do *buzzer*. A figura 3.16 mostra a combinação final do programa, com todas as entradas que são representadas por I1 (chave seletora), I2, I3, e I4 (sensores) e as saídas do sistema são representadas por Q1 e Q2(lâmpadas), Q3 (dispositivo elétrico) e Q4 (*buzzer*). Os blocos de controle em destaque, que possuem a programação definida, e os acionamentos distintos, de acordo com o sensores em cada bloco. Nota-se que os blocos de controle do calendário e da iluminação externa não possuem sensores. As etapas do programa serão explicadas passo a passo, mais adiante nesse capítulo.

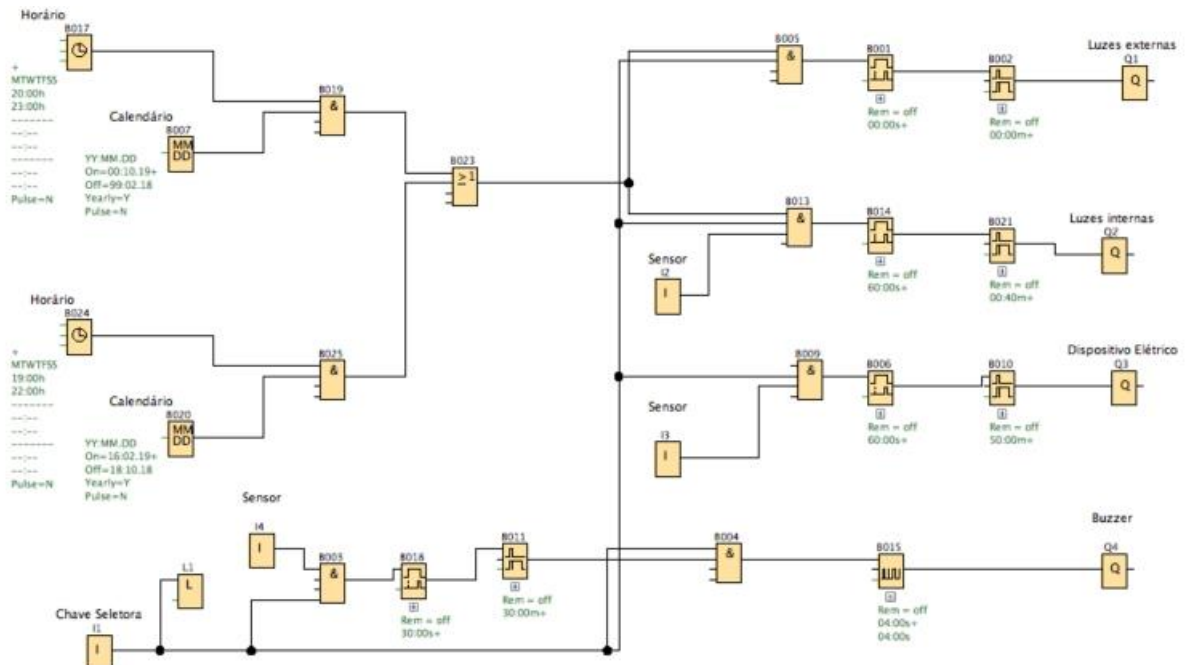


Figura 3.16 - Programa Final.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

3.7.1 - Controle do Calendário e Horário

O sistema foi idealizado para simular a presença dos residentes quando os mesmos se ausentam da residência. Para que isso aconteça é importante que o programa seja ativado somente no momento da ausência, e algumas funcionalidades do programa devem ser ativadas somente no período noturno, como é o caso do acionamento das lâmpadas. Para que isso aconteça o programa utiliza uma combinação entre um calendário anual, um relógio, e as portas lógicas AND e OR. O calendário serve para diferenciar a época do ano em que tenha horário de verão ou não, para que na época do horário de verão as luzes possam ligar e desligar em horários adaptados. A porta lógica AND serve para garantir que a combinação só seja ativada se, e somente se, as combinações do calendário e relógio sejam verdadeiras ao mesmo tempo, e a porta OR para garantir que qualquer uma das combinações sejam válidas.

A figura 3.17 mostra a parte da programação que controla o horário de acordo com o calendário anual.

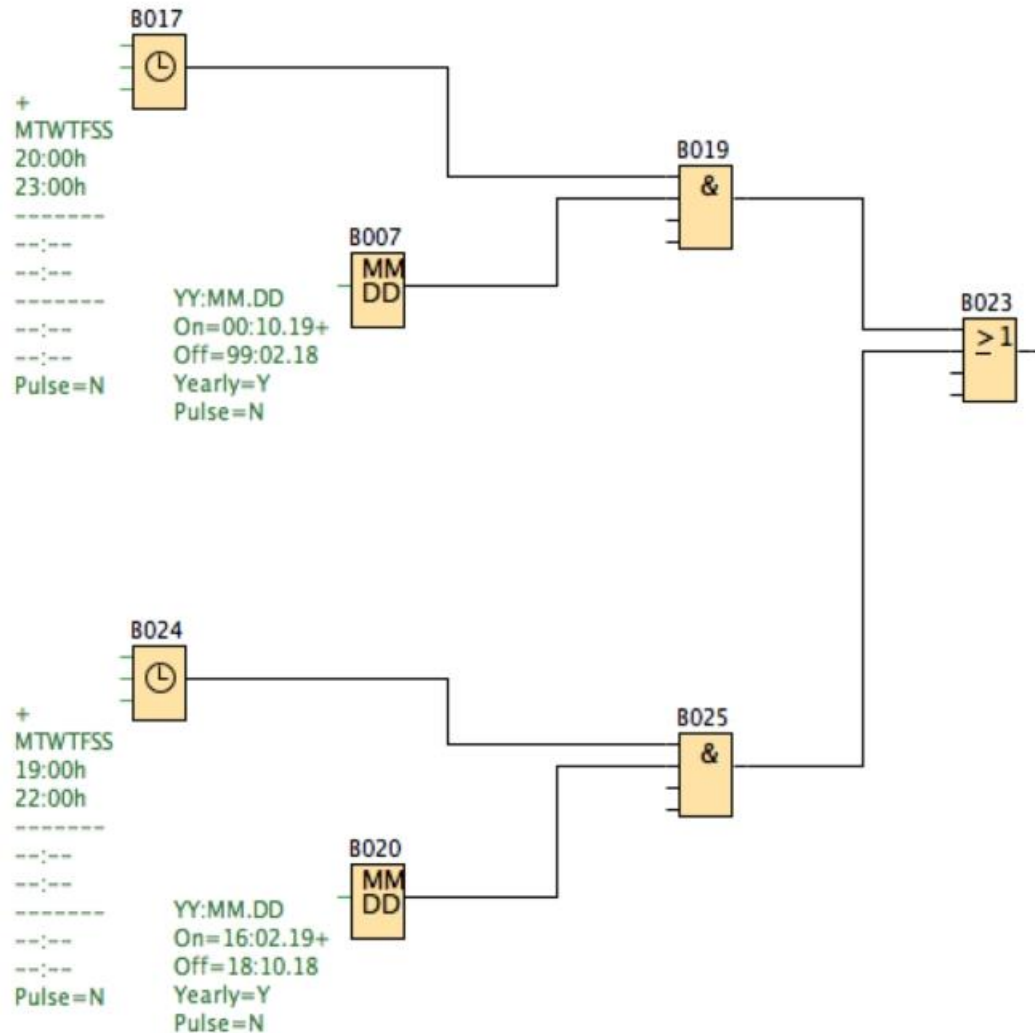


Figura 3.17 - Calendário e horário.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

3.7.2 - Controle dos Sensores do Sistema

Para o controle do sistema foi escolhida uma chave seletora, para que o usuário tenha a opção de desativar o sistema caso ele esteja na residência, reativando quando necessário. Para isso, basta girar a chave e o sistema será ativado. A chave seletora então é configurada como o primeiro dispositivo de entrada, sendo representado como I1. A chave seletora está conectado a todo o sistema; com isso, mesmo que todos os pré-requisitos sejam cumpridos, se a chave estiver desligada nada acontecerá.

A figura 3.18 mostra a chave seletora no programa como I1.

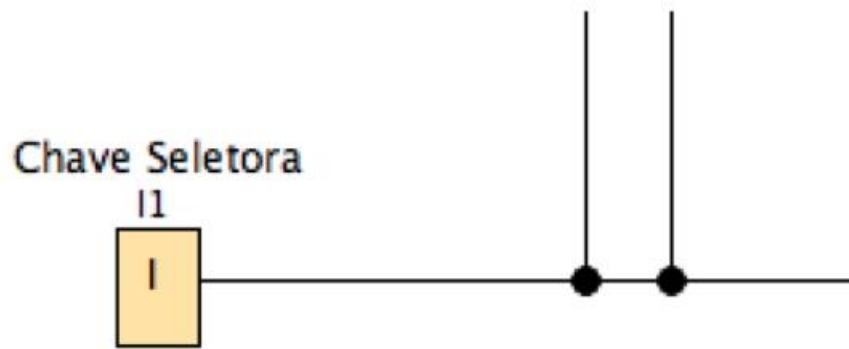


Figura 3.18 - Chave seletora.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Caso o sistema seja ativado e estiver de acordo com o requisito do horário a primeira saída, representada por Q1, do sistema será ativada e com isso a lâmpada elétrica será acionada e, no horário determinado a luz será desligada, proporcionando assim a impressão que a residência continua ocupada.

A figura 3.19 mostra a parte do sistema onde a lâmpada é controlada, com o relógio determinado para escolher o horário em que a lâmpada será ligada e desligada.

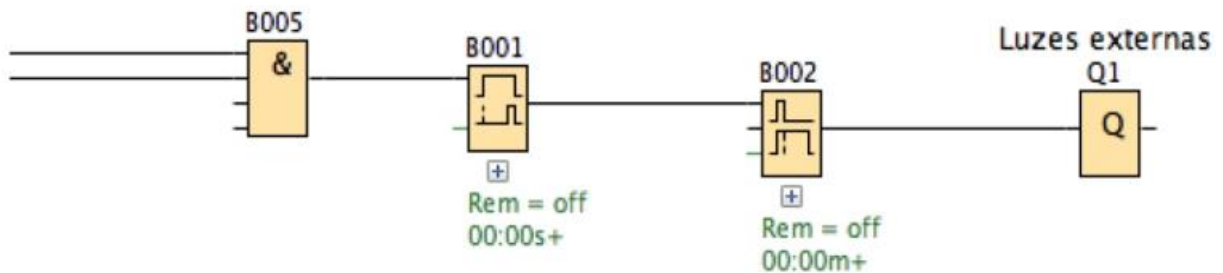


Figura 3.19 - Controle da saída Q1.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A segunda entrada do sistema é controlada por um sensor de presença, que estará posicionado no exterior da residência, para que caso haja uma invasão esse primeiro sensor possa ligar as luzes interiores de um determinado cômodo da residência, para isso o sensor deve detectar movimento, e os requisitos do controle do calendário/horário e a chave seletora devem estar ativados. Nesse controle também é usado uma função especial para adicionar um *delay* no acionamento da lâmpada, ou seja, um atraso para que a ação não seja ao mesmo tempo que o registro do sensor. E também conta com um atraso para o desligamento da lâmpada, para que mesmo

que o sensor pare de detectar a presença, a luz permaneça ligada por um determinado tempo.

A figura 3.20 mostra a parte do controle do sensor, representado por I2, e as funções especiais de *delay*, com a saída representada por Q2.

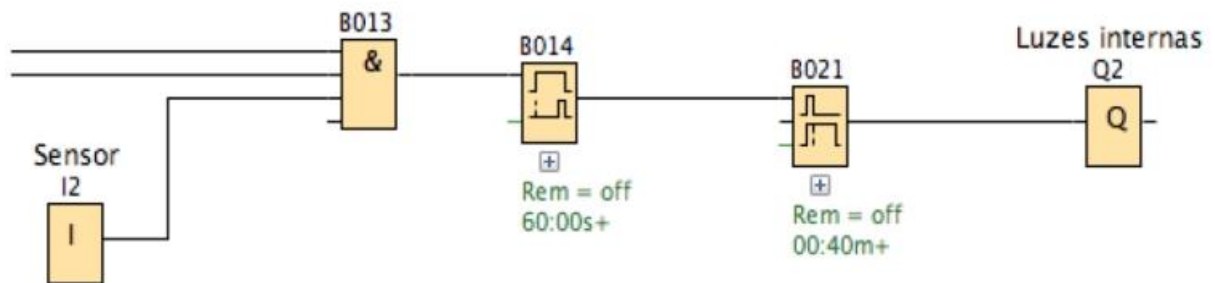


Figura 3.20 - Controle da iluminação por meio do sensor I2.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

O terceiro sensor, posicionado em outro angulo da residência irá controlar um dispositivo elétrico qualquer para que, caso o invasor avance mais um pouco na residência, envie o sinal para que a controladora ative o dispositivo. Esse controle também conta com um *delay* para ligar e desligar o dispositivo, reforçando a ideia de que a residência está ocupada. Esses *delays* são estabelecidos através das funções, e podem variar de acordo com o desejo do usuário.

A figura 3.21 mostra a parte do controle do sensor, representado por I3, e as funções especiais de *delay*, com a saída representada por Q3.

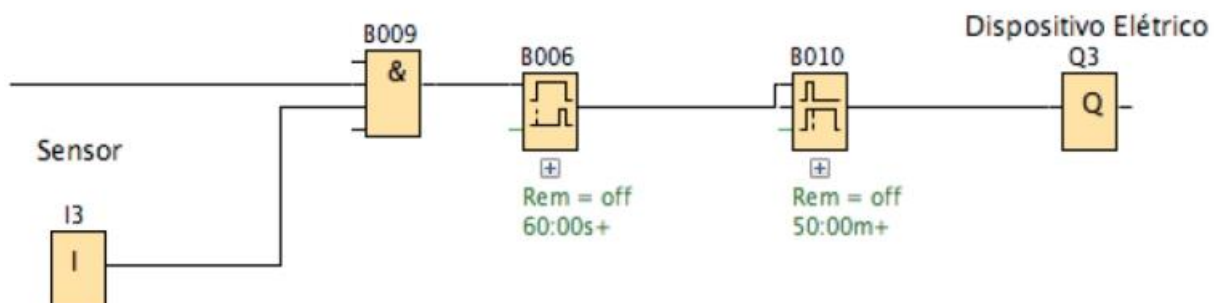


Figura 3.21 - Controle do dispositivo elétrico por meio do sensor I3.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Caso o invasor persista em adentrar a residência, o terceiro sensor que estará localizado no interior da residência será acionado, fazendo que com isso o alarme sonoro seja ativado. O controle desse sensor, representado por I4, conta também

com uma função especial para alternar o sinal de saída, através da configuração de parâmetros, a saída é ligada e desligada de acordo com os parâmetros previamente definidos. Com isso o alarme sonoro ficará tocando em intervalos constantes, indicando que houve uma intrusão na residência.

A figura 3.22 mostra a parte do controle do sensor, representado por I4, e a função especial geradora de pulso assíncrono, com a saída representada por Q4.

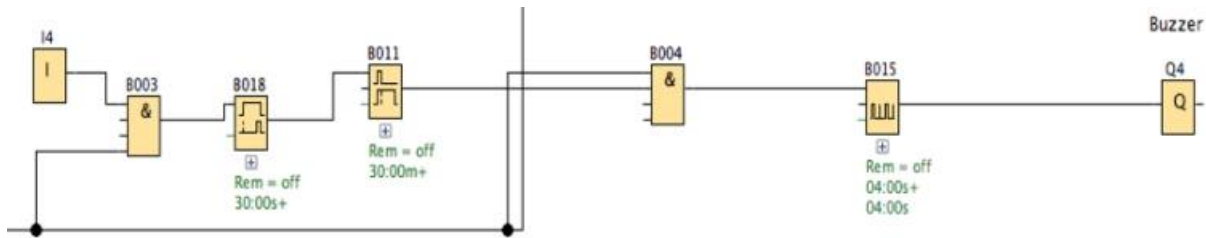


Figura 3.22 - Controle do alarme sonoro por meio do sensor I4
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Com isto, conclui-se as etapas da implementação, com o protótipo montado, dispositivos conectados e comunicando-se, além da programação realizada. Na sequência, o protótipo foi submetido a vários testes, cuja especificação e resultados são apresentados no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E TESTES

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos através dos testes realizados com a implementação do sistema automatizado para a segurança residencial. foram testados os sensores utilizados e as saídas do sistema (luzes e dispositivo elétrico), com o objetivo de avaliar se os mesmos apontam resultados satisfatórios.

Esses testes visam também avaliar o desempenho do projeto, bem como fazer uma análise sobre e tudo o que foi proposto está sendo realizado conforme especificado.

4.1 – Ambientes e Testes

Os testes foram realizados em duas fases. Na primeira fase foram realizados os testes de forma virtual, através do *Software Soft Comfort*. Com o uso do *software* é possível realizar uma simulação e saber o que se esperar do projeto, predizendo o comportamento do projeto como um todo. Já na segunda fase, foram realizados os testes físicos do sistema.

A figura 4.1 mostra o ambiente de testes do *software* onde é possível verificar através da cor vermelha o estado ativo dos dispositivos, bem como escolher quais entradas serão ativadas e analisar a saída correspondente. O simulador permite também determinar o horário, para que eventos que ocorram somente em um determinado período possam ser visualizados.

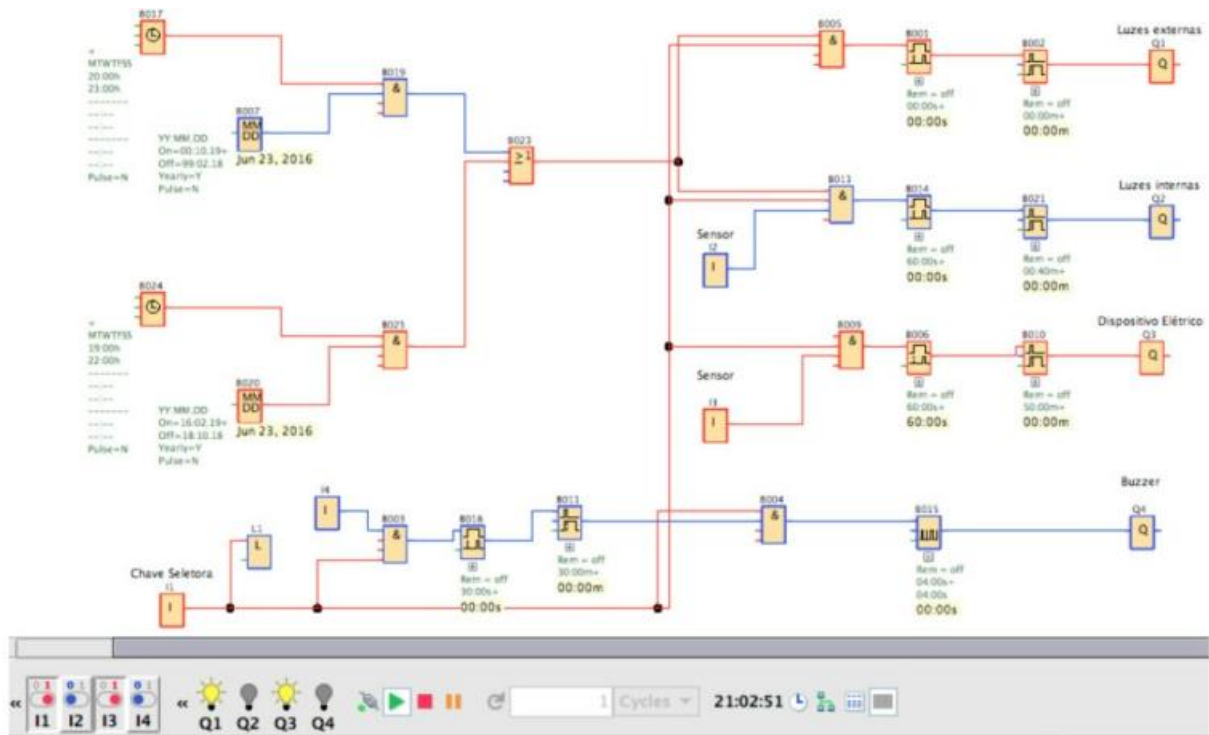


Figura 4.1 - Simulação virtual do projeto
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

É possível também através da simulação observar os resultados obtidos através das saídas, construindo um gráfico com os estados que uma determinada variável obteve no decorrer do tempo. As variáveis no sistema são as entradas I1, I2, I3 e I4, com suas respectivas saídas Q1, Q2, Q3 e Q4. O controle do resultado é atribuído a cada variável que se deseja monitorar. Com isso é possível obter um gráfico para cada variável do sistema, observando o comportamento ao longo do tempo.

A figura 4.2 mostra o gráfico dos estados adquiridos pela entrada I1, que representa a chave seletora, ao longo do intervalo de tempo analisado. Os estados possíveis de acordo com as portas lógicas são 0 e 1, onde 1 representa o sinal ativo. O gráfico da entrada I1 é o mesmo que o da saída Q1, uma vez que ao ativar a chave seletora, a saída Q1, que representa a iluminação externa, também é ativada.



Figura 4.2 - Gráfico do estado da variável I1
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.3 mostra o gráfico correspondente da entrada I2 (sensor). O gráfico da entrada I2 é o mesmo que o da saída Q2, uma vez que o sensor é ativado, a saída Q2, que representa a iluminação interna, também é ativada.

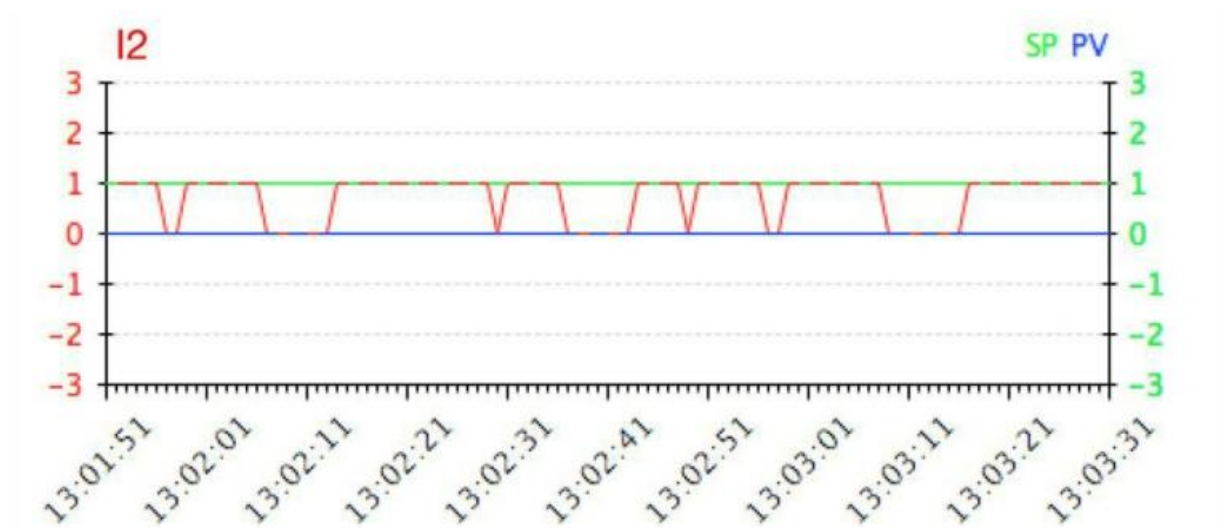


Figura 4.3 - Gráfico do estado da variável I2
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.4 mostra o gráfico correspondente da entrada I3 (sensor). O gráfico da entrada I3 é o mesmo que o da saída Q3, uma vez que o sensor é ativado, a saída Q3, que representa o dispositivo elétrico, também é ativada.

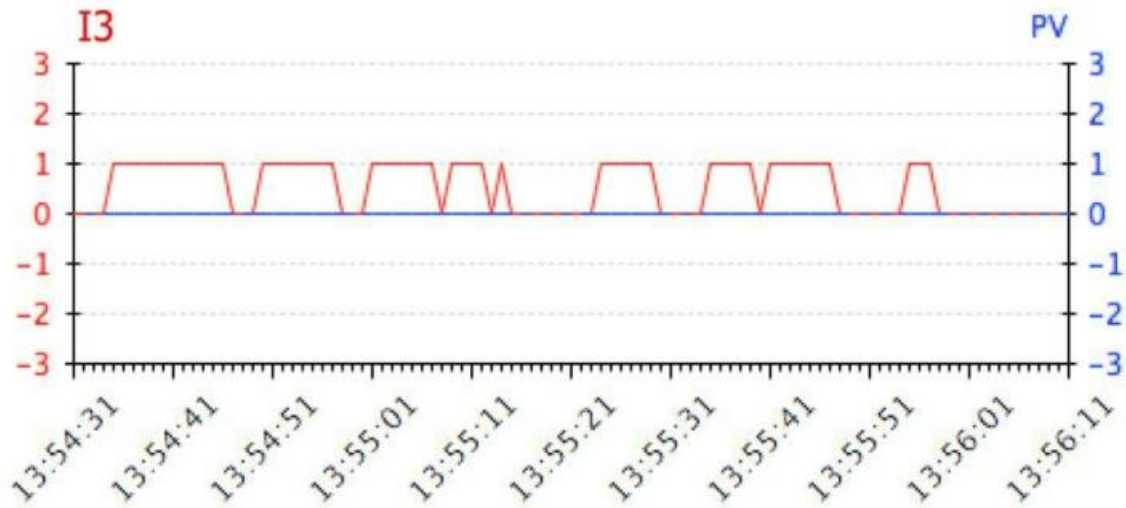


Figura 4.4 - Gráfico do estado da variável I3
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.5 mostra o gráfico correspondente da entrada I4 (sensor).

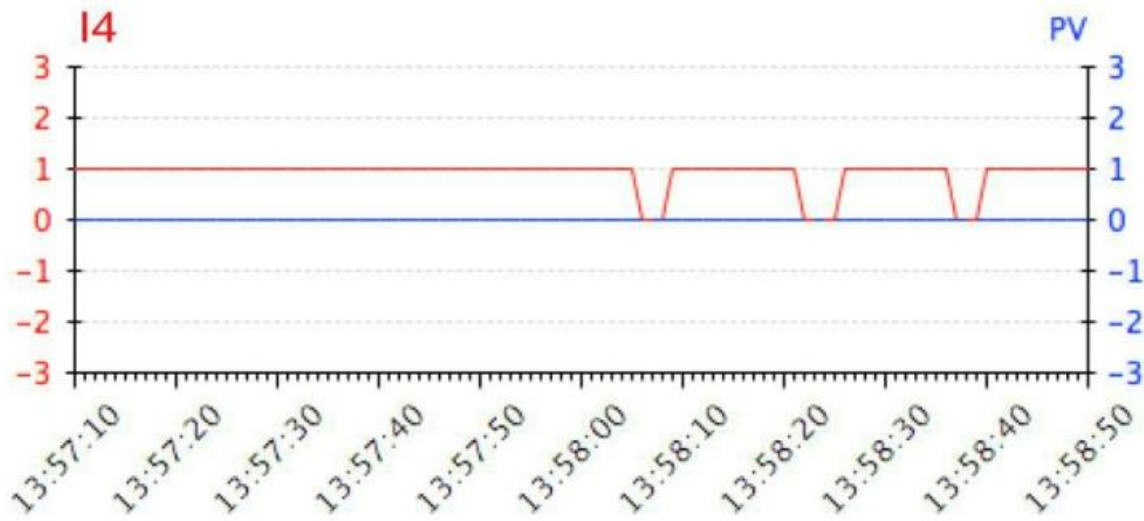


Figura 4.5 - Gráfico do estado da variável I3
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.6 mostra o gráfico correspondente da saída Q4 (*buzzer*).

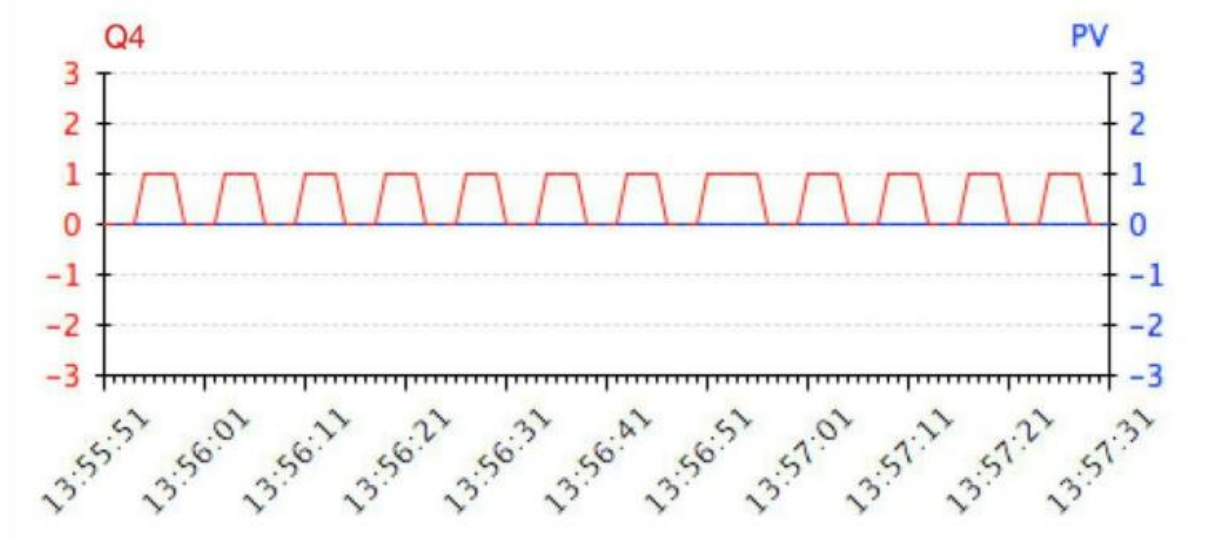


Figura 4.6 - Gráfico do estado do buzzer
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Esta primeira fase é importante porque além de mostrar o resultado do projeto, indica também como fazer as conexões do sistema, e caso seja encontrado algum tipo de erro, o usuário pode tratar no próprio *software*, e pode também fazer adaptações ao programa, e observar o comportamento do sistema antes de partir para a montagem física. Uma vez realizado os testes virtuais, o usuário pode então partir para a montagem física, para a realização dos testes.

4.2 - Testes Físicos

Após os testes no ambiente do *software* o programa criado, parte-se para a montagem física e a realização dos testes. Os testes físicos foram realizados em 5 etapas, de acordo com cada funcionalidade do sistema. Os testes foram realizados por meio de 50 repetições sucessivas de todos os componentes do sistema. Na primeira etapa, será testado o funcionamento do sistema ao ligar a chave seletora. Espera-se que ao ligar a chave seletora, conectada à entrada I1, a lâmpada conectada na saída Q1 se ascenda.

Na segunda etapa, será testado o primeiro sensor, conectada na entrada I2 do sistema que, ao detectar movimento, irá ascender a segunda lâmpada conectada na saída Q2.

Na terceira etapa, será testado o segundo sensor, conectada na entrada I3 do sistema, o sensor será posicionado afastado do primeiro sensor, para que somente um

sensor seja acionado com o movimento. Espera-se que com a detecção de movimento por este sensor, um dispositivo elétrico conectado na saída Q3 ligue.

Na quarta etapa, será testado o terceiro sensor, conectado na entrada I3 do sistema que, ao detectar o movimento, que ativará o *buzzer* sonoro conectado a saída Q4.

Na quinta e última etapa, será testado o sistema com todas as conexões conectadas, testando assim o sistema totalmente configurado, para verificar a existencia de eventuais problemas.

Os testes físicos contaram também com o auxílio do *software*, com isso poderemos acompanhar o que está acontecendo com o sistema através do computador.

4.2.1 - Teste do Sistema com a Chave Seletora

A chave seletora é a que acionará o sistema em caso de ausência, bastando que o usuário gire a chave quando for se ausentar. Para que isso ocorra é fundamental que a chave esteja funcionando corretamente. Para o teste do funcionamento, será conectada a chave à controladora, e como resultado a luz deverá acender.

A figura 4.7 mostra a chave seletora conectada à controladora na posição desligada, e a luz apagada.



Figura 4.7 - Chave seletora desligada
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.8 mostra a chave seletora na posição ligado, e o resultado da ação com o acendimento da lâmpada na saída Q1.



Figura 4.8 - Chave seletora ligada
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.9 mostra a chave seletora, no *software* de simulação conectada à entrada I1 em modo desligado, que por padrão do *software* já mostra na cor azul.

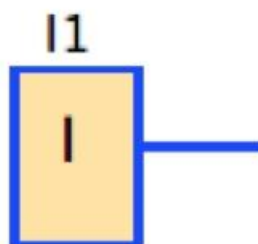


Figura 4.9 - Entrada I1 desligada.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.10 mostra o controle da saída Q1, no *software* de simulação, por meio da chave seletora, não ativado.

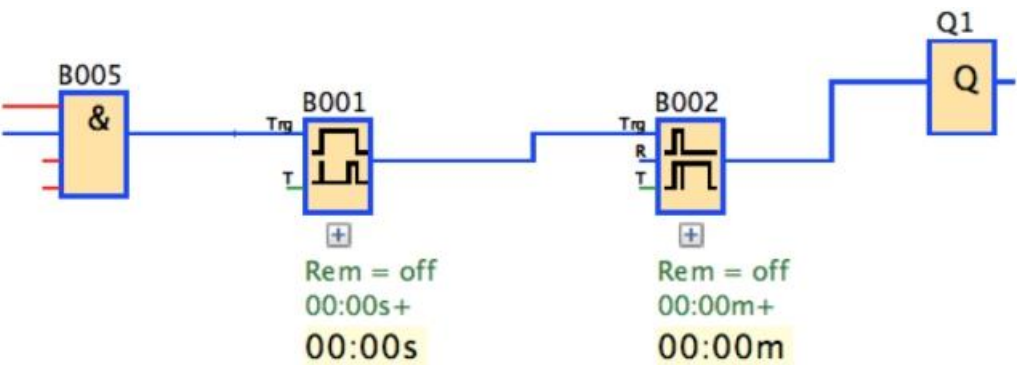


Figura 4.10 - Sistema de controle da saída Q1 desligado.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.11 mostra a chave seletora, no *software* de simulação, conectada a entrada I1 do sistema em modo ligada, que por padrão do *software* já mostra na cor vermelha.

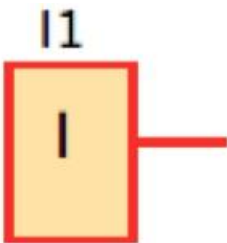


Figura 4.11 - Entrada I1 ligada.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.12 mostra o controle da saída Q1, no *software* de simulação, por meio da chave seletora, ativado.

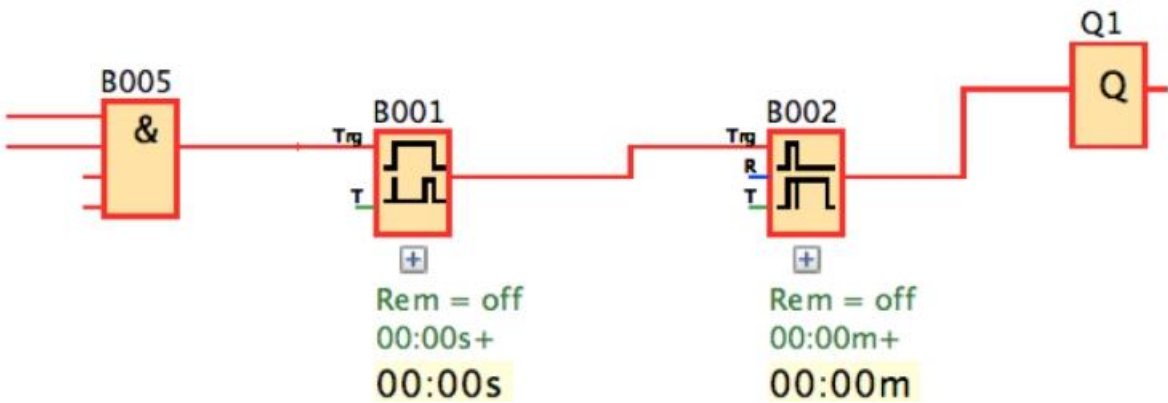


Figura 4.12 - Sistema de controle da saída Q1 ligado
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

4.2.2 - Teste do Sensor de Presença Controlando a Iluminação

Nesta segunda etapa, o sensor que controlará a iluminação interna será testado. Para isso, o sensor foi conectado a porta I2 da controladora e a lâmpada foi conectada na saída Q2.

A figura 4.13 mostra o sensor e a lâmpada conectados na controladora LOGO!. Nota-se que o sensor não captou nenhum movimento, e encontra-se desligado.

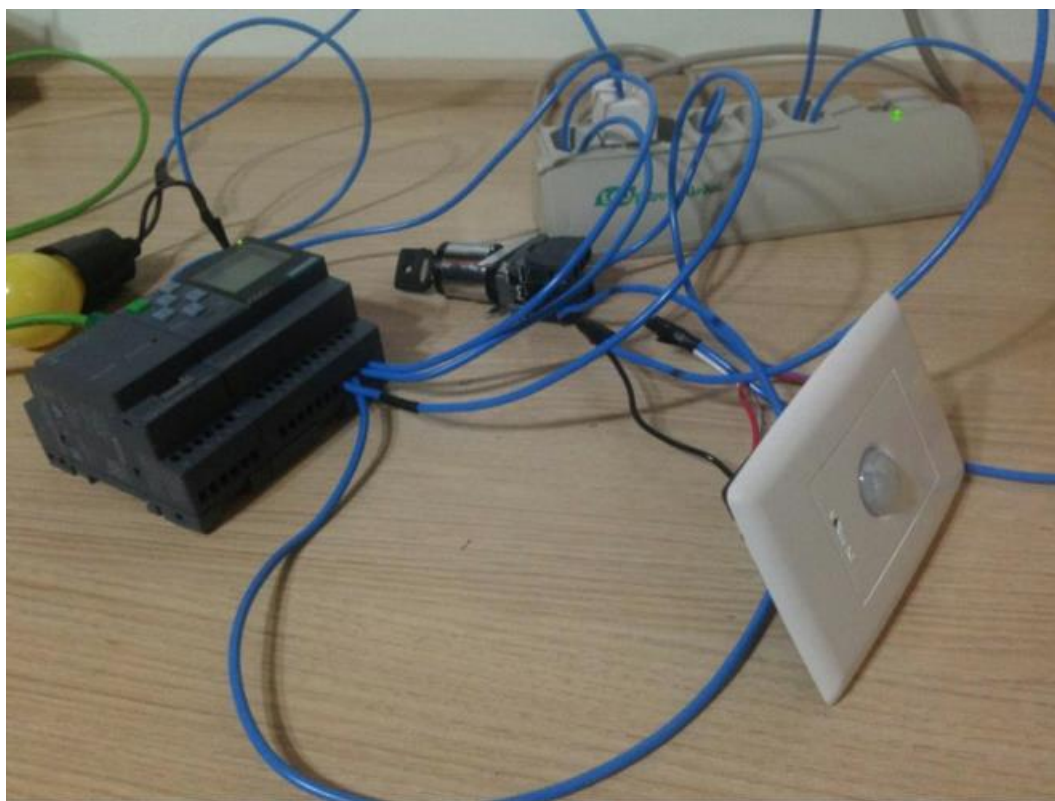


Figura 4.13 - Sensor de controle da iluminação desligado
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Quando o sensor detecta algum movimento ele é ativado. Com isso a lâmpada também é acionada. A figura 4.14 mostra o momento em que o sensor liga a lâmpada.

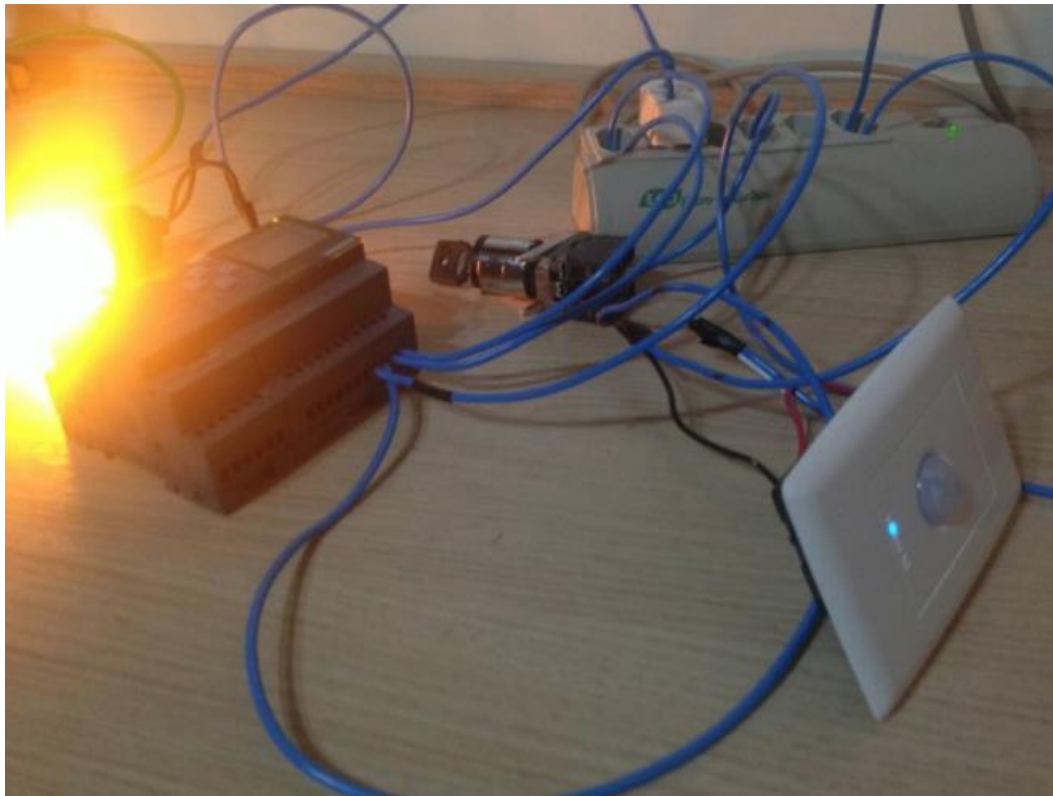


Figura 4.14 - Acionamento da iluminação através do sensor
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.15 mostra o controle da saída Q2, no *software* de simulação, por meio do sensor conectado a entrada I2, não ativado.

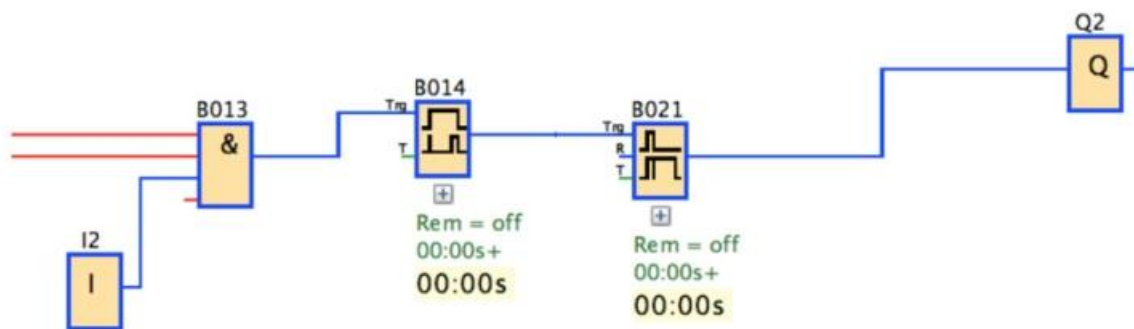


Figura 4.15 - Sistema de controle da saída Q2 desligado.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.16 mostra o controle da saída Q2, no *software* de simulação, por meio do sensor conectado a entrada I2, ativado.

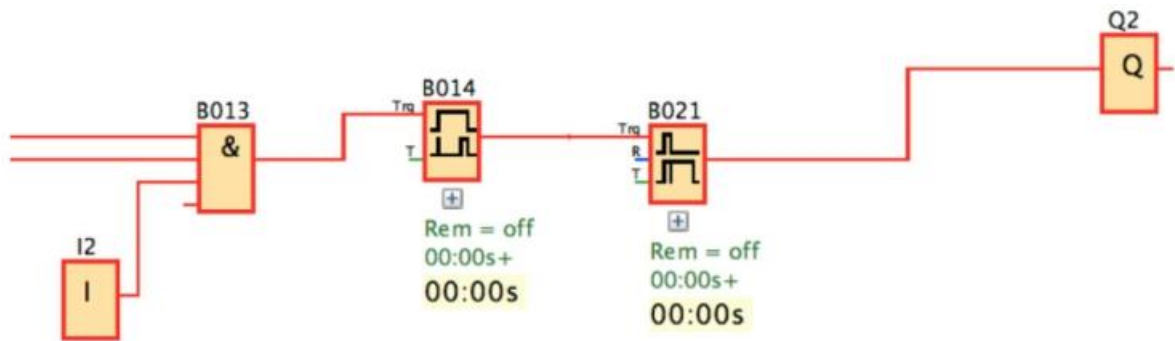


Figura 4.16 - Sistema de controle da saída Q2 ligado.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

4.2.3 - Teste com o Segundo Sensor de Presença

Na terceira etapa, o sensor que controlará o dispositivo elétrico será testado. Para isso, o sensor foi conectado à porta I3 da controladora e, para uma melhor visualização, o dispositivo elétrico está representado por uma lâmpada.

A figura 4.17 mostra o sensor e o dispositivo elétrico conectados na controladora LOGO!. Nota-se que o sensor não captou nenhum movimento, e encontra-se desligado.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Quando o sensor detecta algum movimento ele é ativado. Com isso, o dispositivo elétrico também é acionado. A figura 4.18 mostra o momento em que o sensor liga o dispositivo.



Figura 4.18 - Acionamento do dispositivo através do sensor
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.19 mostra o controle da saída Q3, no *software* de simulação, por meio do sensor conectado a entrada I3, não ativado.

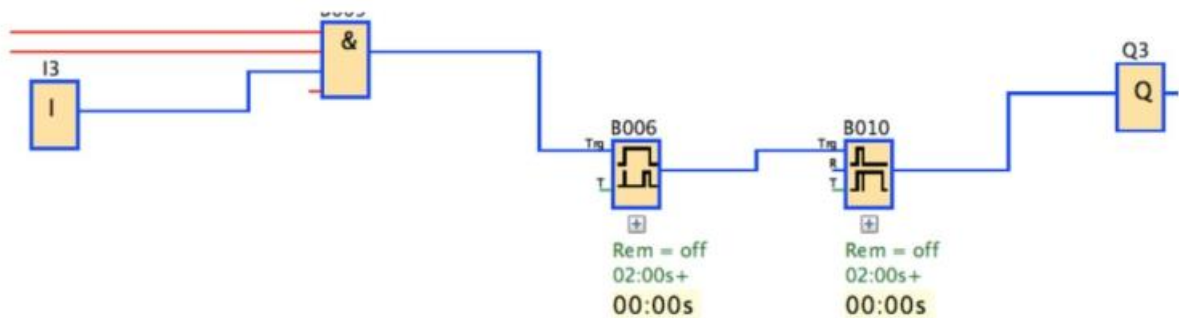


Figura 4.19 - Sistema de controle da saída Q3 desligado
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.20 mostra o controle da saída Q3, no *software* de simulação, por meio do sensor conectado a entrada I3, ativado.

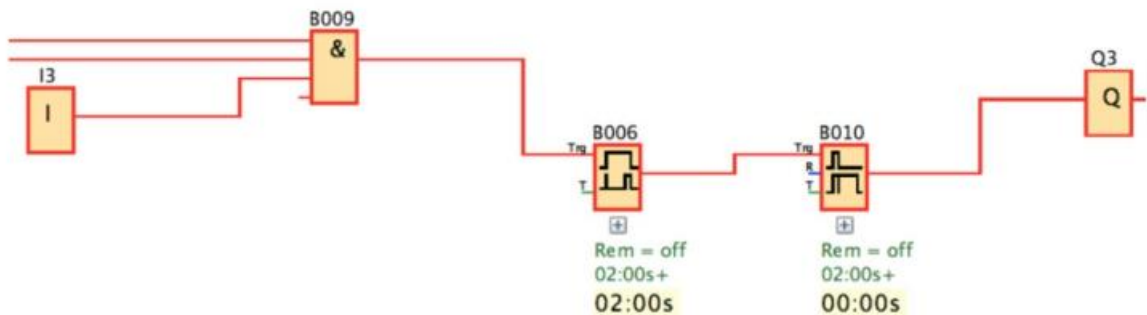


Figura 4.20 - Sistema de controle da saída Q3 ligado
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

4.2.4 - Teste com o Terceiro Sensor de Presença

Na quarta etapa, o sensor que controlará o alarme sonoro será testado. Para isso, o sensor foi conectado a porta I4 da controladora e a lâmpada foi conectada na saída Q4.

A figura 4.21 mostra o sensor e o buzzer conectados na controladora LOGO!. Nota-se que o sensor não captou nenhum movimento, e encontra-se desligado.



Figura 4.21 - Acionamento do dispositivo através do sensor
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Quando o sensor detecta algum movimento, ele é ativado. Com isso o buzzer é acionada, ativando o alarme sonoro. A figura 4.22 mostra o momento em que o sensor liga o buzzer.



Figura 4.22 - Acionamento do buzzer através do sensor
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.23 mostra o controle da saída Q4, no *software* de simulação, por meio do sensor conectado a entrada I4, não ativado.

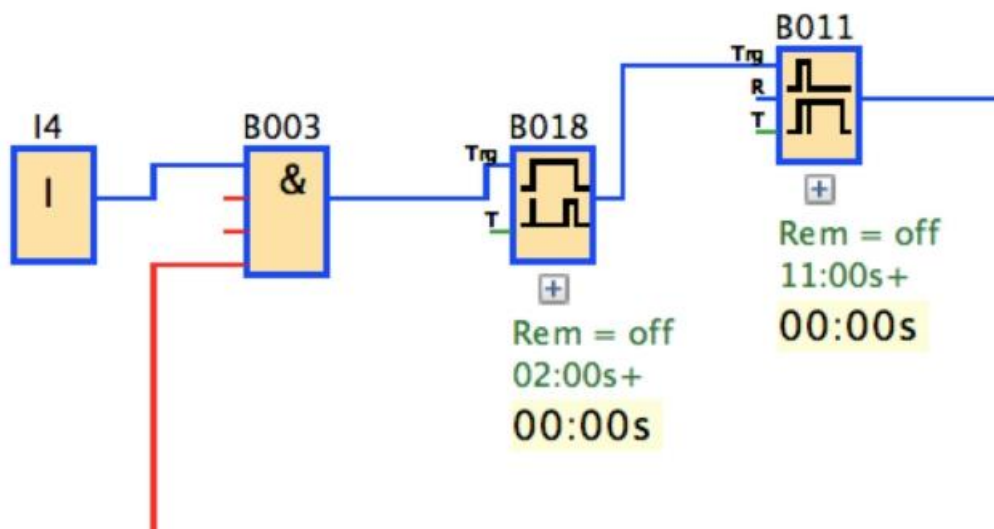


Figura 4.23 – Entrada I4 desligada
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

A figura 4.24 mostra o controle da saída Q4, no *software* de simulação, por meio do sensor conectado a entrada I4, ativado.

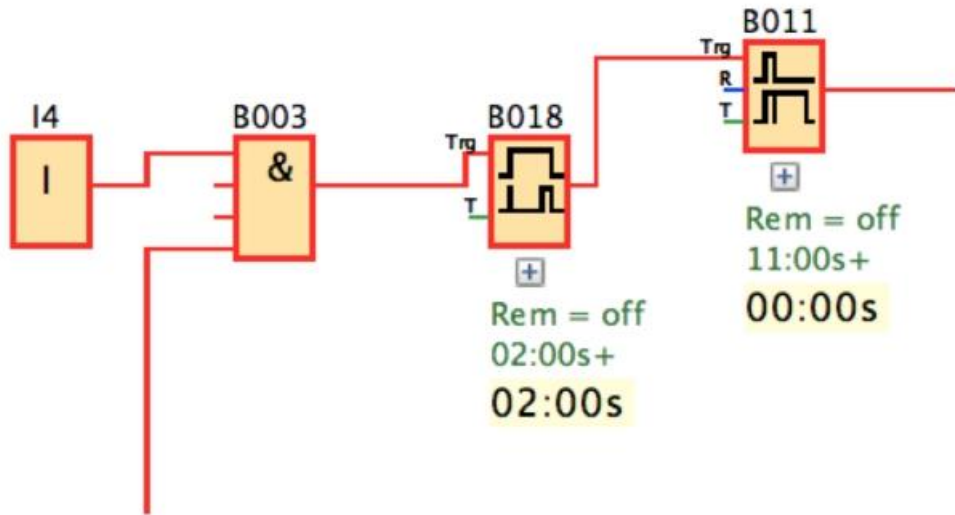


Figura 4.24 – Entrada I4 ligada
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

Nas figuras 4.25 e 4.26 é possível perceber o buzzer ligando e desligando, fazendo com que o alarme sonoro seja acionado em intervalos de tempo regulares.

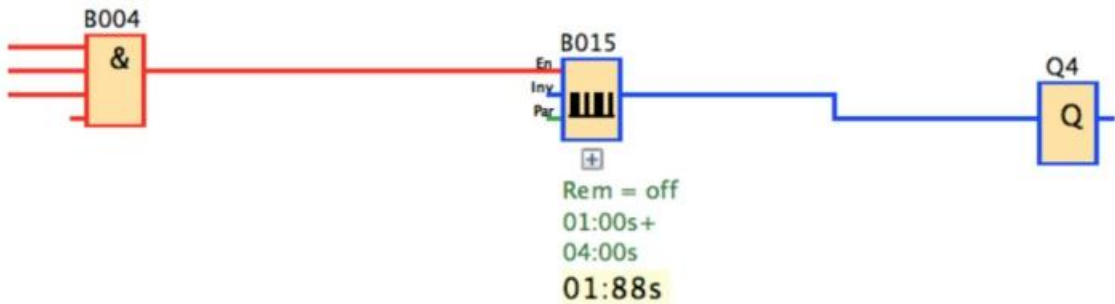


Figura 4.25 - Sistema de controle da saída Q4 desligado
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

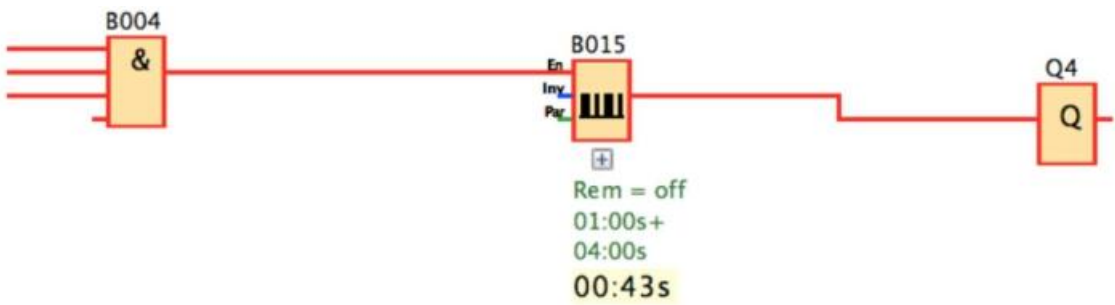


Figura 4.26 - Sistema de controle da saída Q4 ligado
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

4.2.5 - Teste com o Sistema Totalmente Configurado

Após os testes de cada etapa, é necessário testar também o sistema como um todo, para que não haja interferência de uma função em outra. Para isso o sistema todo foi montado e feito acompanhado no computador para verificar se um componente não está agindo de acordo com o esperado.

A figura 4.27 mostra o sistema totalmente configurado, com todos os componentes conectados.



Figura 4.27 - Sistema Completo.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

4.3 - Características Técnicas do Projeto

Para o desenvolvimento do sistema, procurou-se utilizar componentes elétricos que se adaptassem ao ambiente residencial tradicional e que pudessem ser encontrados com facilidade. Para tanto os seguintes dispositivos foram utilizados na

elaboração do projeto de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 5 - Especificações técnicas dos componentes.

Componente	Potência	Voltagem	Corrente
Sensores	Suporta até 800W	220V	Até 10A
Lâmpadas	15W	220V	108mA
Dispositivo elétrico	100W	220V	
Modulo zbe-101	-	240V	3A
Buzzer	-	5V	25mA

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

4.4 - Resultados

Os testes foram realizados a partir de repetições sucessivas das funções programadas do sistema. Para isso, cada parte do projeto foi posto a 50 repetições. Os resultados dos testes podem ser observados na tabela abaixo:

Tabela 6 - Resultados obtidos.

Componente	Quantidade de testes	Taxa de sucesso
Sensores	50	98% (49)
Lâmpadas	50	98% (49)
Dispositivo elétrico	50	98% (49)
Modulo zbe-101	50	100% (50)
Buzzer	50	98% (49)

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

4.5 – Custos do Protótipo

Os preços dos itens, a seguir apresentados na tabela 7, são fornecidos para servir de base referencial para o leitor interessado em replicar ou ampliar a solução aqui apresentada.

Tabela 7 – Custo aproximado do projeto

Componente	Custo
Sensores (3)	R\$ 137,70
Lâmpadas (2)	R\$ 30,00
Dispositivo elétrico	R\$ 90,00
Modulo zbe-101	R\$ 10,00
Buzzer	R\$ 5,00
LOGO!	R\$ 600,00
TOTAL	R\$ 872,70

Fonte: Elaborado pelo autor

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

O uso de Controladoras Lógicas Programáveis não é muito recorrente em projetos de conclusão de curso, com isso este trabalho propôs uma alternativa aos projetos de segurança e controle residencial, como também visa ajudar futuros trabalhos no âmbito de automação e controle usando esse tipo de tecnologia.

Durante a fase de referencial teórico, o trabalho teve muitas vezes que ser reestruturado, devido a escassez de metodologias e referências. A execução do projeto ocorreu basicamente em duas etapas, a primeira em função da necessidade de estudos sobre o uso da controladora em ambientes residenciais, e a melhor maneira de implementar os dispositivos para a proteção residencial, a segunda etapa foi em relação as especificações técnicas dos componentes. Posteriormente estudou-se em detalhes o funcionamento da controladora lógica programável, e em seguida montou-se o sistema, realizando os testes necessários.

Devido a falta de metodologias para a realização dos testes, os mesmos foram realizados considerando a repetição das atividades esperadas.

Chegou-se a conclusão que a implementação do sistema de controle de segurança residencial foi realizado com sucesso. O sistema construído atende a todos os objetivos esperados, e apresenta um fácil manejo e realiza todas as atividades para que a simulação de presença na residência seja alcançado de forma eficaz. O sistema também mostrou-se confiável, uma vez que apresentou uma quantidade pequena de falhas nas execuções dos testes.

5.1 - Trabalhos Futuros

As necessidades citadas para a criação do sistema de controle de segurança residencial foram atendidas. Porém, o projeto poderá ser incrementado, a partir das seguintes sugestões:

1. Utilizar dispositivos para o envio de notificações através de SMS, para o usuário, com os eventos do sistema.
2. Aumentar o tamanho do sistema proposto, empregando novos dispositivos no controle do sistema.

3. Implementar o acesso remoto, por meio de página *web*, possibilitando o controle do sistema por meio de qualquer dispositivo.
4. Utilizar servomotores para o controle de persianas, portões elétricos irrigação de jardins, entre outros.
5. Utilizar outros tipos de sensores para o controle da residência, como por exemplo, sensores de temperatura e umidade.

REFERÊNCIAS

Amazona Ws. Disponível em: <<http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAenJ8AF-1.jpg>>. Acesso em 25 de Abril

Arduino by Myself, **Sensor de movimento PIR**. Disponível em: <<https://arduinobymyself.blogspot.com.br/2012/11/sensor-de-movimento-pyroelectric-infra.html>>. Acesso em 20 de abril de 2016.

Conrad. Disponível em: <<http://www.conrad.com/ce/>>. Acesso em 15 de Março de 2016.

Franchi, Claiton Moro; Camargo, Válder Luís Arlindo de Camargo. **Controladores Lógicos Programáveis: Sistemas Discretos**. São Paulo: ERICA, 2010, 2.ed.

Fregni, Edson; Saraiva, Antônio Mauro. **Engenharia do Projeto Lógico Digital**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

Reis, Ricardo Augusto da Luz (Org.). **Concepção de Circuitos Integrados**. Porto Alegre: Bookman, 2008, 2.ed.

Gbk Robotics, **Modelo Buzzer**. Disponível em: <<http://gbkrobotics.com.br/index.php/2016/05/31/p15-modulo-buzzer/>>. Acesso em 15 de Março de 2016.

Idoeta, Ivan Valeije; Capuano, Francisco Gabriel. **Elementos de Eletrônica Digital**. São Paulo: ERICA, 2012, 41.ed.

IoT News Network, **Three Trends**. Disponível em: <<http://www.iotnewsnetwork.com/magazine/three-trends-that-will-bring-the-internet-of-things-to-the-forefront/>>. Acesso em 10 de Fevereiro de 2016.

Lady Ada, **Sensors**. Disponível em: <<http://www.ladyada.net/media/sensors/NL11NH.pdf>>. Acesso em 26 de Março de 2016

Lourenço, Antonio Carlos de. **Circuitos Digitais**. São Paulo: Erica, 2014, 9.ed.

Mecatrônica atual, **Um Pouco de História sobre os Controladores Lógico Programáveis e a Automação Industrial**. Disponível em:

<<http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1404-um-pouco-de-historia-sobre-os-controladores-logico-programveis-e-a-automao-industrial>>.

Acesso em 20 de fevereiro de 2016.

Natale, Ferdinando. **Automação Industrial**. São Paulo: ERICA, 2004, 6.ed.

Siemens, **Manual LOGO!**. Disponível em: <http://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/automacao-e-controle/automacao-industrial/simatic-plc/logo-ml/Documents/Manual_LOGO!_0BA7_en.pdf>. Acesso em 10 de Fevereiro de 2016.

Ogata, Katsuhiko. **Engenharia de Controle Moderno**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

Open Automation. Disponível em:

<http://www.openautomation.de/uploads/pics/o80227_1.jpg>. Acesso em 4 de Março de 2016.

Projeto de Redes, **Domotica**. Disponível em:

<<http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo-domotica.php>>. Acesso em 1 de Março de 2016